

## Hohlwelle mit Innenkanälen, insbesondere Ölkanälen

**Publication number:** DE19934405

**Publication date:** 2001-02-08

**Inventor:** BENDER JENS (DE); HENTRICH CORNELIUS (DE); KOELL JAN (DE); MAYER THEODOR (DE); PAASCH RUDOLF (DE); REINHARDT RUDOLF (DE); ZECHMANN HANS (DE)

**Applicant:** DAIMLER CHRYSLER AG (DE)

**Classification:**

- **international:** F01L1/047; F01L1/46; F16C3/02; F01L1/00; F01L1/04;  
F16C3/02; (IPC1-7): F16C3/02; F01L1/047

- **European:** F01L1/047; F01L1/46; F16C3/02

**Application number:** DE19991034405 19990722

**Priority number(s):** DE19991034405 19990722

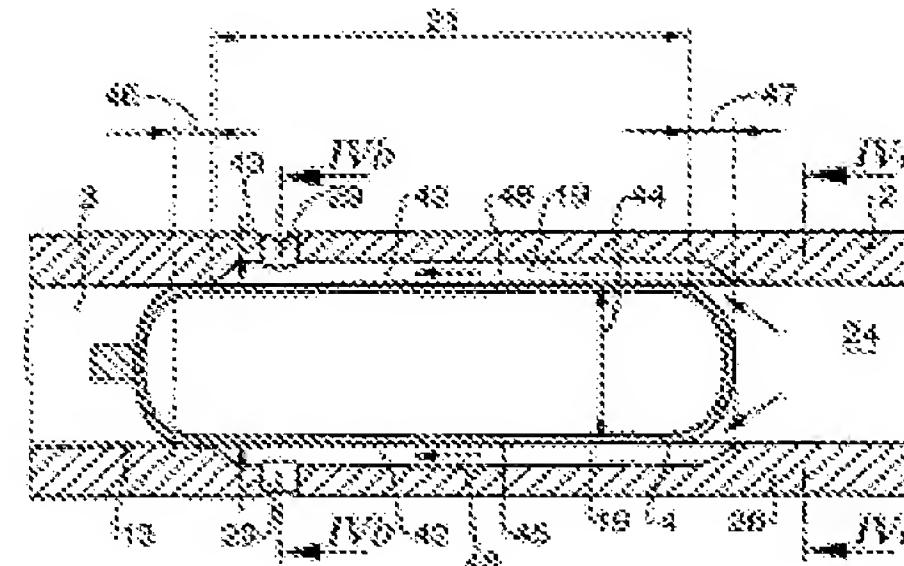
**Also published as:**

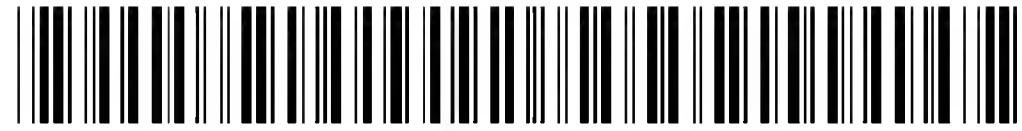
WO0107762 (A)

[Report a data error](#)

### Abstract of DE19934405

The invention relates to a hollow shaft having several separate axially overlapping inner channels, especially media channels for lubricating and pressurized oil, extending in the interior of the hollow shaft and connected in defined areas to the outer wall of the hollow shaft by means of inlet and/or outlet channels. To this end, a molded body is disposed in the interior of the hollow shaft which is firmly connected to the hollow shaft. Said hollow shaft and molded body are embodied in such a way that channel-like cavities extending in an overlapping area in axial direction of the hollow body and covering said overlapping area are formed between the outer wall of the molded body and the inner wall of the hollow shaft. The molded body also has connecting surfaces in the overlapping area which extend in axial direction of the hollow shaft and in which the molded body is firmly and tightly connected to the inner wall of the hollow shaft. Different tubular cavities are thus separated from one another in the overlapping area by the connecting surfaces on the molded body in such a way that several separate media channels exist in the overlapping area in the hollow shaft.





(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**  
(10) **DE 199 34 405 A 1**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 16 C 3/02**  
F 01 L 1/047

(71) Anmelder:  
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:  
Bender, Jens, Dipl.-Ing., 70376 Stuttgart, DE;  
Hentrich, Cornelius, Dipl.-Ing., 71336 Waiblingen,  
DE; Köll, Jan, Dipl.-Ing., 73733 Esslingen, DE;  
Mayer, Theodor, Dipl.-Ing., 73061 Ebersbach, DE;  
Paasch, Rudolf, 70794 Filderstadt, DE; Reinhardt,  
Rudolf, Dipl.-Ing., 73732 Esslingen, DE; Zechmann,  
Hans, Dipl.-Ing., 71394 Kernen, DE

(56) Entgegenhaltungen:  
DE 44 28 875 A1  
DE 42 21 708 A1  
DE 41 18 929 A1  
DE 94 10 220 U1  
US 46 44 912

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Hohlwelle mit Innenkanälen, insbesondere Ölkanälen

(57) Die Erfindung betrifft eine Hohlwelle mit mehreren getrennten, axial überlappenden Innenkanälen, insbesondere Medienkanälen für Schmier- und Drucköl, die im Inneren der Hohlwelle verlaufen und an definierten Stellen über Einlaß- und/oder Auslaßkanäle mit der Außenwand der Hohlwelle verbunden sind. Hierzu ist im Innenraum der Hohlwelle ein Formkörper angeordnet, der fest mit der Hohlwelle verbunden ist. Die Hohlwelle und der Formkörper sind so gestaltet, daß zwischen der Außenwand des Formkörpers und der Innenwand der Hohlwelle kanalartige Hohlräume ausgespart sind, die in einem Überlappungsbereich in Axialrichtung der Hohlwelle verlaufen und diesen Überlappungsbereich überspannen. Weiterhin weist der Formkörper im Überlappungsbereich Verbindungsflächen auf, die in Axialrichtung der Hohlwelle verlaufen und im Bereich derer der Formkörper fest und dicht mit der Innenwand der Hohlwelle verbunden ist. Unterschiedliche röhrenförmige Hohlräume sind somit im Überlappungsbereich durch die Verbindungsflächen auf dem Formkörper voneinander getrennt, so daß im Überlappungsbereich mehrere separate Medienkanäle in der Hohlwelle vorliegen.

**DE 199 34 405 A 1**

**DE 199 34 405 A 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Hohlwelle mit Innenkanälen, insbesondere Ölkanälen, sowie ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Hohlwelle.

Im Fahrzeug- und Maschinenbau werden in zahlreichen Anwendungsbereichen Hohlwellen eingesetzt. Gegenüber Vollwellen bieten diese Hohlwellen den Vorteil einer erheblichen Gewichtseinsparung. In dieser Hohlwelle kann ein interner Ölkanal vorgesehen sein, der z. B. zur Schmierung der Lager der Hohlwelle in einem Getriebe dient. Zur Gewichtsminimierung der Hohlwelle ist es dabei günstig, nicht den gesamten Innenraum der Hohlwelle mit Öl zu füllen, sondern im Innenraum der Welle einen hohlen Formkörper so zu fixieren, daß nur eine geringe Querschnittsfläche des Hohlwellen-Innenraums von Öl durchflossen wird, die restliche Querschnittsfläche aber vom Hohlprofil des Formkörpers überdeckt wird. Eine solche gewichtsoptimierte ölführende Hohlwelle ist z. B. aus der US 4 644 912 bekannt, die eine hohle Nockenwelle beschreibt, in deren Innenraum über Abstandshalter ein beidseitig geschlossenes, hohles Innenrohr fixiert ist. Das Ringvolumen zwischen Innenwand der Hohlwelle und Außenwand des Innenrohrs wird zur Schmierölführung genutzt und ist über Einlaß- und Auslaßkanäle mit der Außenwand der Hohlwelle verbunden.

Im Getriebebau, insbesondere in Automatikgetrieben von Fahrzeugen, werden vielfach Wellen eingesetzt, die mit mehreren in Axialrichtung überlappenden, aber getrennten Medienkanälen versehen sind, um einen simultanen Transport von Schmieröl, Drucköl, Kühlmedium, Druckluft etc. entlang der Welle zu gewährleisten. Jeder dieser Medienkanäle verläuft im Inneren der Welle und weist an ausgewählten Stellen Einlaß- und Auslaßkanäle zur Außenwandung der Welle auf, durch die das im Medienkanal geführte Schmieröl, Drucköl etc. in den Medienkanal eingeführt bzw. an Lager, Druckvolumina etc. abgegeben werden kann. Die Realisierung einer Hohlwelle mit mehreren axial überlappenden Medienkanälen ist mit der aus der US 4 644 912 beschriebenen Konstruktion nicht möglich, da die aus der US 4 644 912 bekannte Welle eine einzige, als Ringkanal ausgebildete Ölführung enthält, die das Innere der Nockenwelle über ihre gesamte Länge überdeckt.

Zur Führung mehrerer interner, voneinander getrennter Medienkanäle in einer Welle werden derzeit Vollwellen mit geeigneten radial und/oder meridial gegeneinander versetzten gebohrten Kanälen versehen, die – je nach Komplexität der Geometrie des zugehörigen Getriebeteils – eine große Länge überspannen, aus mehreren Einzelbohrungen zusammengesetzt sind und evtl. nach dem Bohren lokal verschlossen werden müssen. Das Einbringen und selektive Verschließen solcher Kanäle ist sehr aufwendig und kostenintensiv. Weiterhin sind die gebohrten Medienkanäle im Regelfall unsymmetrisch über die Querschnittsfläche der Vollwelle verteilt und führen daher zu Unwuchten, welche – insbesondere bei schnell rotierenden Getriebewellen – unerwünschte Schwingungen zur Folge haben können. Schließlich wirkt sich das für die Realisierung solcher axial überlappender Medienkanäle erforderliche Vollprofil der Welle nachteilig auf eine Gewichtsoptimierung des Getriebes aus. Es besteht also ein großer Bedarf an einer Welle, die einerseits die Führung mehrerer getrennter Medienkanäle in ihrem Inneren ermöglicht, und andererseits ein wesentlich geringeres Gewicht als eine Vollwelle hat.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Hohlwelle mit mehreren getrennten Medienkanälen bereitzustellen, welche im Inneren der Hohlwelle verlaufen und an definierten Stellen über Einlaß- und/oder Auslaßöffnungen mit der Außenwand der Hohlwelle verbunden sind.

Weiterhin liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Hohlwelle vorzuschlagen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale 5 der Ansprüche 1 und 9 gelöst.

Danach ist im Innenraum der Hohlwelle ein Formkörper angeordnet, der fest mit der Hohlwelle verbunden ist. Der Formkörper und die Hohlwelle sind so gestaltet, daß zwischen Außenwand des Formkörpers und Innenwand der Hohlwelle röhrenförmige Hohlräume ausgespart sind, die in einem Überlappungsbereich in Axialrichtung der Hohlwelle verlaufen und diesen Überlappungsbereich überspannen. Weiterhin weist der Formkörper im Überlappungsbereich Verbindungsabschnitte auf, die in Axialrichtung der Hohlwelle verlaufen und im Bereich der Außenwand des Formkörpers fest und dicht mit der Innenwand der Hohlwelle verbunden ist. Unterschiedliche röhrenförmige Hohlräume sind somit im Überlappungsbereich durch die Verbindungsabschnitte auf dem Formkörper voneinander getrennt, so daß im Überlappungsbereich mehrere separate Medienkanäle in der Hohlwelle vorliegen. Durch geeignete Gestaltung des Formkörpers und/oder der Innenkontur der Hohlwelle in den an den Überlappungsbereich anschließenden Bereichen können diese Medienkanäle über den Überlappungsbereich hinweg im Inneren der Hohlwelle fortgeführt oder verschlossen werden. Weiterhin können durch gezielte Bohrungen durch die Wandung der Hohlwelle Einlaß- und Auslaßkanäle geschaffen werden, die die röhrenförmige Hohlräume selektiv mit der Außenwand der Hohlwelle verbinden.

Die erfindungsgemäße Hohlwelle mit fest eingesetztem Formteil hat den Vorteil, daß durch eine geeignete Gestaltung des Formteils und/oder der Innenwand der Hohlwelle mehrere getrennte Medienleitungen im Inneren der Hohlwelle entstehen. Diese können zur Führung unterschiedlicher Medien (Schmieröl, Drucköl, Druckluft, Kühlmittel etc.) genutzt werden, und können durch Bohrungen so mit der Außenwand der Hohlwelle verbunden werden, daß die Versorgung einer bestimmten Stelle entlang der Welle mit dem dort benötigten Medium sichergestellt ist (siehe Anspruch 8). Die Herstellung dieser Hohlwelle mit internen Medienkanälen ist – gegenüber einer konventionellen Vollwelle mit gebohrten Medienkanälen – sehr einfach, da hierzu lediglich das vorgeformte Formteil ins Innere der Hohlwelle eingebracht und mit dieser verbunden werden muß. Durch die Wahl eines Formteils aus einem leichten Werkstoff kann eine erhebliche Gewichtseinsparung gegenüber einer gebohrten Vollwelle erzielt werden. Besonders günstig ist die Verwendung eines hohlen Formteils (siehe Anspruch 5).

Zur Erzeugung einer dichten Verbindung zwischen Innenwand der Hohlwelle und Formkörper im Bereich der Verbindungsabschnitte wird der Formkörper vorzugsweise in die Hohlwelle eingelötet (siehe Anspruch 3). Dazu wird die Außenwand des Formkörpers mit einem Lötwerkstoff beschichtet, bevor der Formkörper in das Innere der Hohlwelle eingesetzt wird. Hohlwelle und Formkörper werden dann in zusammengesetztem Zustand erwärmt, und somit der Formkörper im Bereich der Verbindungsabschnitte mit der Innenwand der Hohlwelle verlötet. Um eine hohe Dichtigkeit der Medienkanäle auch bei erhöhten Betriebstemperaturen der Hohlwelle sicherzustellen, empfiehlt sich ein Hartlöten der beiden Werkstücke mit Kupfer als Lötwerkstoff (siehe Ansprüche 4 und 10). Zur Gewährleistung einer guten Dichtigkeit der Medienkanäle auch bei hohen Druckunterschieden zwischen Medien in benachbarten Kanälen ist es vorteilhaft, die Verbindungsabschnitte auf der Außenwand des Formkörpers näherungsweise formnegativ zur gegenüberliegen-

den Innenwand der Hohlwelle zu gestalten (siehe Anspruch 2). Dadurch entstehen beim Einlöten des Formkörpers im Überlappungsbereich großflächige Verbindungsbereiche, die eine hohe Festigkeit der Medienkanäle auch unter großen Belastungen gewährleisten.

Die erfundungsgemäße Hohlwelle mit eingesetztem Formteil ermöglicht eine Vielzahl verschiedener Geometrien der Medienkanäle. In einer besonders kostengünstigen Variante ist die Innenwand der Hohlweile als zylindrischer Hohlraum ausgestaltet, während als Formkörper ein beidseitig durch Stöpsel verschlossenes, verkupfertes Vierkantrohr verwendet wird, dessen Kantenbreite so gewählt ist, daß die Außenkanten des Formkörpers einen geringen Freiraum mit der Innenwand der Hohlwelle einschließen (siehe Anspruch 6). Beim Verlöten des Formkörpers mit der Hohlwelle werden entlang der Außenkanten des Formkörpers dichte Verbindungen zur Innenwand der Hohlwelle erzeugt, so daß im Überlappungsbereich zwischen den Außenflächen des Formkörpers und der Innenwand der Hohlwelle vier getrennte Medienkanäle entstehen. Durch eine geeignete Gestaltung der endseitig das Vierkantrohr begrenzenden Stöpsel können einige dieser Medienkanäle mit den außerhalb des Überlappungsbereiches gelegenen Innenräumen der Hohlwelle verbunden werden, während andere geschlossene Volumen bilden. Nach dem Einlöten des Formkörpers in die Hohlwelle kann die Wandung der Hohlwelle an konstruktiv vorgesehenen Stellen durchbohrt werden, wodurch Einlaß- und Auslaßöffnungen zwischen den Medienkanälen und der Außenwand der Hohlwelle erzeugt werden.

Alternativ können die Medienkanäle im Überlappungsbereich durch Innennuten in der Innenwand der Hohlwelle ausgestaltet werden (siehe Ansprüche 7 und 11). In diesem Fall kann ein Formkörper verwendet werden, der im Überlappungsbereich Rotationssymmetrie hat. Die Lage der Medienkanäle ist durch die Lage der Innennuten auf der Hohlwelle bestimmt, weswegen die Einlaß- und Auslaßöffnungen der Medienkanäle, die die Wandung der Hohlwelle durchdringen, bereits vor dem Einlöten des Formkörpers gebohrt werden können. Dadurch entfällt eine spanende Bearbeitung der zusammengesetzten Hohlwelle; die Gefahr einer Verschmutzung der Medienleitungen durch Bearbeitungsabfälle wird daher weitestgehend reduziert. Zur Herstellung der Innennuten können verschiedene Verfahren wie z. B. Fließpressen, Kaltwalzen, Rundschmieden etc. verwendet werden. Vorzugsweise werden die Innennuten durch Rundkneten der Hohlwelle erzeugt (siehe Anspruch 12); dieses Verfahren gestattet eine hohe Variabilität in der geometrischen Ausgestaltung der Medienkanäle, so daß auch die Ausformung asymmetrischer Profile der Medienkanäle möglich sind. Insbesondere können mit Hilfe dieses Verfahrens Medienkanäle erzeugt werden, die unter strömungstechnischen Gesichtspunkten gestaltet und optimiert sind.

Im folgenden wird die Erfindung anhand einiger in den Zeichnungen dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert; dabei zeigen:

**Fig. 1** ein Verbundwerkstück aus einer Hohlwelle mit eingelötetem Vierkantrohr;

**Fig. 1a** eine seitliche Schnitt-Ansicht durch das Verbundwerkstück;

**Fig. 1b** eine axiale Ansicht des in **Fig. 1a** dargestellten Verbundwerkstücks gemäß einem Schnitt entlang der Linie Ib-Ib;

**Fig. 1c** eine axiale Ansicht des in **Fig. 1a** dargestellten Verbundwerkstücks gemäß einem Schnitt entlang der Linie Ic-Ic;

**Fig. 1d** eine Detaildarstellung des in **Fig. 1c** gekennzeichneten Bereiches;

**Fig. 2** ein Verbundwerkstück aus einer Hohlwelle mit ein-

gelötetem Vierkantrohr und gegenläufigen Medienkanälen:

**Fig. 2a** eine seitliche Schnitt-Ansicht durch das Verbundwerkstück;

**Fig. 2b** eine seitliche Schnitt-Ansicht durch das in **Fig. 2c** dargestellte Verbundwerkstück gemäß einem Schnitt entlang der Linie IIb-IIb;

**Fig. 2c** eine axiale Ansicht des in **Fig. 2a** dargestellten Verbundwerkstücks gemäß einem Schnitt entlang der Linie IIc-IIc;

**Fig. 3** Axialansichten von Verbundwerkstücken aus einer Hohlwelle mit

**Fig. 3a** eingelötetem bombiertem Vierkantrohr;

**Fig. 3b** eingelötetem profiliertem Vierkantrohr;

**Fig. 4** ein Verbundwerkstück aus einer Hohlwelle mit Innennuten und eingelötetem Formkörper:

**Fig. 4a** eine seitliche Schnitt-Ansicht durch das Verbundwerkstück;

**Fig. 4b** eine axiale Ansicht des in **Fig. 4a** dargestellten Verbundwerkstücks gemäß einem Schnitt entlang der Linie IVb-IVb;

**Fig. 4c** eine axiale Ansicht des in **Fig. 4a** dargestellten Verbundwerkstücks gemäß einem Schnitt entlang der Linie IVc-IVc;

**Fig. 5** ein Verbundwerkstück aus einer Hohlwelle mit Innennuten und eingelötetem Formkörper:

**Fig. 5a** eine seitliche Schnitt-Ansicht durch das Verbundwerkstück;

**Fig. 5b** eine axiale Ansicht des in **Fig. 5a** dargestellten Verbundwerkstücks gemäß einem Schnitt entlang der Linie Vb-Vb;

**Fig. 5c** eine axiale Ansicht des in **Fig. 5a** dargestellten Verbundwerkstücks gemäß einem Schnitt entlang der Linie Vc-Vc;

**Fig. 5d** eine seitliche Schnitt-Ansicht durch das in **Fig. 5b** dargestellte Verbundwerkstück gemäß einem Schnitt entlang der Linie Vd-Vd;

**Fig. 6** ein Verbundwerkstück aus einer Hohlwelle mit Innennuten und eingelötetem Formkörper, mit gegenläufigen Medienkanälen:

**Fig. 6a** eine seitliche Schnitt-Ansicht durch das Verbundwerkstück;

**Fig. 6b** eine seitliche Schnitt-Ansicht durch das in **Fig. 6c** dargestellte Verbundwerkstück gemäß einem Schnitt entlang der Linie VIb-VIb;

**Fig. 6c** eine axiale Ansicht des in **Fig. 6a** dargestellten Verbundwerkstücks gemäß einem Schnitt entlang der Linie VIc-VIc;

**Fig. 6d** eine axiale Ansicht des in **Fig. 6a** dargestellten Verbundwerkstücks gemäß einem Schnitt entlang der Linie VIId-VIId;

**Fig. 7** ein Verbundwerkstück aus einer Hohlwelle mit Innennuten und eingelötetem Formkörper mit in Axialrichtung verändertem Durchmesser;

**Fig. 8** ein Verbundwerkstück aus einer Hohlwelle mit Innennuten und eingelötetem Rohr, mit Innenwelle:

**Fig. 8a** eine seitliche Schnitt-Ansicht durch das Verbundwerkstück;

**Fig. 8b** eine axiale Ansicht des in **Fig. 8a** dargestellten Verbundwerkstücks gemäß einem Schnitt entlang der Linie VIIIb-VIIIb;

**Fig. 8c** eine axiale Ansicht des in **Fig. 6a** dargestellten Verbundwerkstücks gemäß einem Schnitt entlang der Linie VIIIc-VIIIc;

**Fig. 9** ein Verbundwerkstück aus einer Hohlwelle mit Innennuten und zwei axial überlappend eingelöteten Formkörpern:

**Fig. 9a** eine seitliche Schnitt-Ansicht durch das Verbundwerkstück;

**Fig.** 9b eine axiale Ansicht des in **Fig.** 9a dargestellten Verbundwerkstücks gemäß einem Schnitt entlang der Linie IXb-IXb;

**Fig.** 9c eine axiale Ansicht des in **Fig.** 9a dargestellten Verbundwerkstücks gemäß einem Schnitt entlang der Linie IXc-IXc.

**Fig.** 1a-1c zeigen ein Verbundwerkstück 1, das eine Hohlwelle 2 umfaßt, in deren Innenraum 3 sich ein Formkörper 4 befindet. Der Innenraum 3 der Hohlwelle 2 hat die Form eines Hohlzylinders 5. Der Formkörper 4 besteht aus einem Vierkant-Rohrabschnitt 6, dessen beide Enden 7 mit je einem zylindrischen Stöpsel 8 verschlossen sind. Die Kantenbreite 9 des Vierkant-Rohrabschnitts 6 und der Durchmesser 10 der Stöpsel 8 sind so gewählt, daß die Kanten 11 des Vierkant-Rohrabschnitts 6 – wie in **Fig.** 1d gezeigt – gegenüber der Innenwand 13 der Hohlwelle 2 einen kleinen Abstand 14 haben, der vorzugsweise zwischen 0.05 mm und 0.2 mm beträgt. Wie in **Fig.** 1d dargestellt, ist der Vierkant-Rohrabschnitt 6 mit einer Schicht 15 aus Lötmaterial versehen. Im vorliegenden Fall wurde eine Schicht 15 aus Kupfer gewählt, deren Dicke vorzugsweise zwischen 0.01 mm und 0.05 mm liegt. Analog sind auch die Stöpsel 8 mit Lötmaterial beschichtet, und die Außenwände 12 der Stöpsel 8 haben gegenüber der Innenwand 13 der Hohlwelle einen kleinen Abstand 14.

Der Formkörper 4 ist durch Löten mit der Innenwand 13 der Hohlwelle 2 verbunden. Als Folge dieses Lötprozesses sind zwischen den Kanten 11 des Vierkant-Rohrabschnitts 6 und den ihnen gegenüberliegenden Bereichen 16 der Innenwand 13 der Hohlwelle 2 Stege 17 aus Lötmaterial gebildet. Jeder Steg 17 überspannt auf dem Vierkant-Rohrabschnitt 6 einen Verbindungsabschnitt 18, der die Kante 11 des Vierkant-Rohrabschnitts 6 fest und dichtend mit der Innenwand 13 der Hohlwelle 2 verbindet und sich in Axialrichtung über die gesamte Länge des Vierkant-Rohrabschnitts 6 erstreckt. Zwischen benachbarten Verbindungsabschnitten 18 sind röhrenförmige Hohlräume 19 zwischen Innenwand 13 der Hohlwelle 2 und der Außenwand 20 des Formkörpers 4 gebildet, die durch die Stege 17 dichtend voneinander getrennt sind. Diese getrennten röhrenförmigen Hohlräume 19 überspannen in Axialrichtung der Hohlwelle 2 einen Überlappungsbereich 21, dessen Länge in diesem Ausführungsbeispiel der Länge des Vierkant-Rohrabschnitts 6 entspricht. Im Beispiel der **Fig.** 1a-1c sind die röhrenförmigen Hohlräume 19 vier flache Röhren 22, die durch die Innenwand 13 der Hohlwelle 2 und die Außenseiten 23 des Vierkant-Rohrabschnitts 6 gebildet sind, so daß der Querschnitt der Röhren 22 einem Kreissegment entspricht. Durch den Lötprozeß sind die Außenwände 12 der Stöpsel 8 fest und dichtend mit der Innenwand der Hohlwelle 2 verbunden, so daß die flachen Röhren 22 endseitig durch die Stöpsel 8 fest und dichtend verschlossen sind.

Zur Herstellung des in **Fig.** 1a-1c dargestellten Verbundwerkstücks 1 werden zunächst der Vierkant-Rohrabschnitt 6 und die Stöpsel 8 verkupfert. Dann werden die Stöpsel 8 mit dem Vierkant-Rohrabschnitt 6 verpreßt. Ein straffer Sitz der Stöpsel 8 auf dem Vierkant-Rohrabschnitt 6 ist wichtig, damit die Stöpsel 8 in den folgenden Montage- und Erwärmungsschritten fest mit dem Vierkant-Rohrabschnitt 6 verbunden bleiben. Der Vierkant-Rohrabschnitt 6 wird nun in definierter Lage (d. h. im Überlappungsbereich 21) in den Innenraum 3 der Hohlwelle 2 eingelötet, indem Hohlwelle 2, Vierkant-Rohrabschnitt 6 und die Stöpsel 8 in Einbaulage gemeinsam in einem Lötofen erhitzt werden. Dabei entstehen im Überlappungsbereich 21 die oben beschriebenen Stege 17 aus Lötmaterial und – durch die Stege 17 dichtend getrennt – vier flache Röhren 22. Weiterhin entstehen jenseits der beiden Enden 7 des eingelöteten Formkörpers 4 im

Innenraum 3 der Hohlwelle 2 Nachbar-Innenbereiche 24 und 25, die in diesem Ausführungsbeispiel dichtend von den röhrenförmigen Hohlräumen 19 getrennt sind.

Statt oder zusätzlich zum Formkörper 4 kann auch die

- 5 Hohlwelle 2 mit Lötmaterial beschichtet werden. Dies kann jedoch weitere Bearbeitungsschritte nach sich ziehen, da die Außenwand 26 der Hohlwelle 2 für viele Anwendungen frei von Lötmaterial sein muß. Daher ist es zweckmäßig, nur den Formkörper 4 einer Beschichtung zu unterziehen. Werden 10 als Formkörper 4 und Hohlwelle 2 Stahl-Werkstücke verwendet, so wird als Lötmaterial vorzugsweise Kupfer verwendet, wobei der Lötprozeß selbst mittels Hartlöten erfolgt. Im allgemeinen kann statt des Kupfers auch ein beliebiges anderes, dem jeweiligen Anwendungsfall angepaßtes 15 Lötmaterial verwendet werden. Alternativ kann der Formkörper 4 auch durch ein anderes dichtendes Fügeverfahren, z. B. durch Kleben, im Innenraum 3 der Hohlwelle 2 befestigt werden.

Soll das Verbundwerkstück 1 im Fahrzeugbau zum Einsatz kommen, so bestehen Vierkant-Rohrabschnitt 6 und die Stöpsel 8 zweckmäßigerweise aus Stahl und erfahren dann bei erhöhten Temperaturen eine ähnliche Wärmeausdehnung wie die z. B. aus Einsatzstahl gefertigte Hohlwelle 2. Somit erleiden die Stege 17 zwischen Formkörper 4 und 25 Hohlwelle 2 auch bei starken Temperaturschwankungen des Verbundwerkstücks 1 geringe plastische Verformungen und gewährleisten die Dichtheit der getrennten röhrenförmigen Hohlräume 19. Ganz allgemein können für Formkörper 2 und Hohlwelle 4 beliebige (mit dem gewählten Fügeverfahren fügbare) Werkstoffe so gewählt werden, daß sie der jeweiligen Verwendung des Verbundwerkstücks 1 am besten angepaßt sind.

Die röhrenförmigen Hohlräume 19 stellen Ausschnitte von Medienkanälen 27 dar, die zum Transport verschiedener Medien, z. B. Schmieröl, Drucköl, Druckluft, etc. durch den Innenraum 3 der Hohlwelle 2 verwendet werden. Jedes benötigte Medium wird an einer definierten Axialposition entlang der Hohlwelle 2 in einen der röhrenförmigen Hohlräume 19 eingeführt und an einer anderen definierten Axialpositionen abgegeben. Hierfür sind Einlaßöffnungen 28 und Auslaßöffnungen 29 vorgesehen, die die röhrenförmigen Hohlräume 19 mit der Außenwand 26 der Hohlwelle 2 bzw. mit den Nachbar-Innenbereichen 24, 25 verbinden. Im vorliegenden Beispiel dienen die Medienkanäle 30, 31 einer gezielten Aufnahme bzw. Abgabe von Schmieröl an die Außenwand 26 der Hohlwelle 2. Hierzu wird die Wand 34 der Hohlwelle 2 an ausgewählten Stellen mit Einlaß- bzw. Auslaßbohrungen 32, 32', 33, 33' versehen. Diese Bohrungen können vor oder nach dem Verlöten des Verbundwerkstücks 1 hergestellt werden. Im vorliegenden Beispiel entstehen zwei Paare separater Medienkanäle 30, 30' bzw. 31, 31' wobei die Ein- und Auslaßöffnungen 32, 33 des einen Paares 30, 30' axial und radial gegenüber den Ein- und Auslaßöffnungen 32', 33' des anderen Paares 31, 31' versetzt sind.

Ein zusätzlicher Medienkanal 35 entsteht, wenn – wie in **Fig.** 1a gestrichelt angedeutet – die Stöpsel 8 mit Bohrungen 32'', 33'' versehen werden, durch die der Innenraum 36 des Formkörpers 4 mit den außerhalb des Überlappungsbereiches 21 gelegenen Nachbar-Innenbereichen 24, 25 der Hohlwelle 2 verbunden wird. Die in **Fig.** 1a nicht dargestellte Einlaß- und Auslaßöffnung dieses Medienkanals 35 liegt somit in diesem Fall außerhalb des Überlappungsbereiches 21.

In dem in **Fig.** 2a-2c gezeigten Ausführungsbeispiel weisen die Stöpsel 8', mit denen der Vierkant-Rohrabschnitt 6 endseitig verschlossen ist, Aussparungen 37 entlang ihres Außendurchmessers auf, so daß die flachen Röhren 22 entweder mit dem rechts des Überlappungsbereiches 21 gele-

genen Nachbar-Innenbereich **24** oder mit dem links gelegenen Nachbar-Innenbereich **25** verbunden ist. Über Auslaßöffnungen **29**, **29'** sind die Hohlräume **19** mit der Außenwand **26** der Hohlwelle **2** verbunden. Die dabei entstehenden Medienkanäle **27** sind zwei getrennte Leitungen **38** und **39** zur gegenläufigen Führung von Drucköl, wobei – wie in Fig. 2a und 2b durch Pfeile angedeutet – der Medienkanal **38** Drucköl aus dem rechts des Überlappungsbereiches gelegenen Nachbar-Innenbereich **24** zu den Auslaßöffnungen **29** führt, während der Medienkanal **39** Drucköl aus dem links gelegenen Nachbar-Innenbereich **25** zu den Auslaßöffnungen **29'** führt.

Die in Fig. 1 und 2 gezeigten Ausführungsbeispiele mit Formkörpern **4**, die Vierkant-Rohrabschnitte **6** aufweisen, haben den Vorteil, daß Vierkantrohr leicht zugänglich und daher sehr preiswert ist. Sind die Druckunterschiede in den röhrenförmigen Hohlräumen **19** gegenüber dem Innenraum **36** des Formkörpers **4** allerdings zu groß, so besteht die Gefahr einer konkaven Verformung des Vierkant-Rohrabschnitts **6**, durch die auch die gelöteten Stege **17** entlang der Verbindungsabschnitte **18** geschwächt werden. Daher empfiehlt sich – insbesondere bei hohen Drücken – die Verwendung eines Rohrabschnitts aus bombiertem Vierkantrohr. Fig. 3a zeigt einen Querschnitt durch eine Hohlwelle **2**, in die ein bombiertes Vierkantrohr **40** eingelötet ist. Die konvexe Krümmung des bombierten Rohres **40** bannt die Gefahr einer Verformung des Rohres **38** – auch bei hohen Drücken. Allerdings wird dabei – insbesondere bei einer starken Bombierung – die lichte Höhe der röhrenförmigen Hohlräume **19** stark reduziert, was ungünstige Einflüsse auf die strömungsmechanischen Eigenschaften des in den Hohlräumen **19** geführten Mediums haben kann.

Ein günstigeres Querschnittsprofil der röhrenförmigen Hohlräume **19** kann – wie in Fig. 3b gezeigt – durch die Verwendung eines Rohrabschnitts **41** erreicht werden, der in Umfangsrichtung abwechselnd konvex und konkav profiliert ist. Hierbei kann das Querschnittsprofil des Rohrabschnitts **41** so geformt werden, daß der Rohrabschnitt **41** im Bereich der Verbindungsabschnitte **18** formnegativ zur (zyllindersymmetrischen) Innenwand **13** der Hohlwelle **2** geformt ist. Dadurch entstehen Verbindungsabschnitte **18**, die wesentlich breiter sind als die – mehr oder weniger – linienförmigen Verbindungsabschnitte **18** der in Fig. 1 und 2 gezeigten Vierkantprofile **6**. Diese großen Verbindungsabschnitte **18** stellen somit eine zuverlässige Dichtheit der röhrenförmigen Hohlräume **19** auch bei hohen Drücken sicher und tragen bei dünnwandigen Hohlwellen **2** zusätzlich zur Biege- und Torsionssteifigkeit der Verbundwerkstücks **1** bei.

Die bisher beschriebenen Ausführungsbeispiele zeigen Verbundwerkstücke **1**, bei denen der Innenraum **3** der Hohlwellen **2** im Überlappungsbereich **21** Zylindersymmetrie aufweist. Die Größe und Geometrie der röhrenförmigen Hohlräume **19** wird dabei bestimmt durch das Querschnittsprofil des verwendeten Rohres. Alternativ können, wie in Fig. 4a–4c dargestellt, die röhrenförmigen Hohlräume **19** durch Innennuten **42** auf der Innenwand **13** der Hohlwelle **2** gebildet werden, während der Formkörper **4** rotationssymmetrisch gestaltet ist und im Überlappungsbereich **21** einen Außendurchmesser **43** aufweist, der geringfügig kleiner ist als der Minimaldurchmesser **44** der Hohlwelle **2** im Überlappungsbereich **21**. Aus Gründen der Gewichtersparnis ist der Formkörper **4** dabei zweckmäßigerverweise als dünnwandiger Hohlkörper **45**, z. B. aus Stahlblech, ausgebildet. Die Differenz zwischen Außendurchmesser **43** des Hohlkörpers **45** und Innendurchmesser **44** der Hohlwelle **2** im Überlappungsbereich **21** entspricht dem in Fig. 1d gezeigten Abstand **14** zwischen den Kanten **11** des Vierkant-Rohrabschnitts **6** und der Innenwand **13** der Hohlwelle **2** und ist so

dimensioniert, daß der Formkörper **4** einerseits in den Innenraum **3** der Hohlwelle **2** einführbar ist, andererseits aber auch entlang der Verbindungsabschnitte **18** mit der Innenwand **13** der Hohlwelle **2** verlötbare ist. Der Überlappungsbereich **21**, über dessen Länge hinweg durch das Verlöten von Hohlkörper **45** und Hohlwelle **2** getrennte röhrenförmige Hohlräume **19** entstehen, erstreckt sich in diesem Fall zwischen einem Verschlußbereich **46**, in dem der Hohlkörper **45** radial umlaufend dicht mit der Innenwand **3** der Hohlwelle **2** verlötet ist, und einem Öffnungsbereich **47**, in dem keine Lötverbindung zwischen Hohlkörper **45** und Innenwand **3** der Hohlwelle **2** vorliegt. Über den rechts des Verbindungsreiches **21** gelegenen Nachbar-Innenbereich **24** wird – wie durch die Pfeile angedeutet – Schmieröl zugeführt, das die röhrenförmigen Hohlräume **19** durchfließt und durch die Auslaßöffnungen **29** an die Außenwand **26** der Hohlwelle **2** abgegeben wird. Der hierbei entstehende Medienkanal **27** besteht somit aus vier parallel verlaufenden Armen **48**, die Schmieröl aus dem Nachbar-Innenbereich **24** zu den Auslaßöffnungen **29** fördern. Durch die dichte Verbindung zwischen Hohlkörper **45** und Innenwand **13** der Hohlwelle **2** im Verschlußbereich **46** bleibt dabei der links des Verbindungsreiches **21** gelegene Nachbar-Innenbereich **25** sowie auch das vom Hohlkörper **45** eingenommene Volumen leer, was zu Gewichtseinsparungen gegenüber einer Hohlwelle **2** führt, deren gesamter Innenraum **3** mit Schmieröl gefüllt ist.

Die Herstellung der Hohlwelle **2** mit Innennuten **42** erfolgt vorzugsweise durch Rundkneten. Die Innennuten **42** werden hierbei durch Leisten und Dorne erzeugt, die während des Rundknetens in den Innenraum **3** der Hohlwelle **2** eingebracht werden. Mit Hilfe dieses Verfahrens können die Querschnitte der Innennuten **42** in axialer Richtung variabel gestaltet werden, so daß beim Einlöten des Formteils **4** röhrenförmige Hohlräume **19** entstehen, deren Querschnitt und Verlauf unter strömungstechnischen Gründen optimiert werden kann. So können z. B., wie in Fig. 4a gepunktet gezeichnet, die röhrenförmigen Hohlräume **19** im Überlappungsbereich **21** eine in Axialrichtung variierende Höhe haben, die dazu dienen kann, die Durchflußmenge des am Nachbar-Innenbereich **24** zugeführten und von dort an die Auslaßöffnungen **29** transportierten Schmieröls bewußt zu drosseln. – Alternativ können auch andere Verfahren, z. B. Fließpressen, Kaltwalzen oder Rundschnieden, zur Herstellung der Innennuten **42** verwendet werden.

Während das in Fig. 4a–4c dargestellte Verbundwerkstück **1** einen Medienkanal **27** aufweist, der aus vier parallel verlaufenden Armen **48** besteht, über die Schmierstoff an die vier in einer Ebene liegenden Auslaßöffnungen **29** transportiert wird, ist in Fig. 5a–5d ein Ausführungsbeispiel mit zwei getrennten Medienkanälen **27** und dementsprechend versetzten Einlaßöffnungen **28** und Auslaßöffnungen **29** dargestellt. Einer der Medienkanäle **27** ist als Druckkanal **49** ausgestaltet, über den – wie durch die Pfeile in Fig. 5a angedeutet – ein Druckmedium aus einem jenseits des Nachbar-Innenbereichs **24** gelegenen (in den Figuren nicht dargestellten) Reservoir zu den Auslaßöffnungen **51** geführt wird. Der andere Medienkanal **27** ist als zwei Schmierkanäle **50** ausgebildet, durch den ein Schmiermittel zwischen den Einlaßöffnungen **52** und den Auslaßöffnungen **53** in der Wand **34** der Hohlwelle **2** geführt wird. Der Medienkanal **49** umfaßt hierbei zwei parallel verlaufende röhrenförmige Hohlräume **19**, während die Medienkanäle **50** je einen röhrenförmigen Hohlraum **19** umfassen. Der links des Überlappungsbereichs **21** liegende Nachbar-Innenbereich **25** wird von keinem Medium durchflossen. Der Außendurchmesser der Hohlwelle **2** kann im Überlappungsbereich **21** den Anschlußteilen entsprechend gestaltet werden: So ist im Ausführungsbeispiel der Fig. 5a–5d der Außendurchmesser der

Hohlwelle im Überlappungsbereich **21**, der hier als Lager ausgebildet ist, größer als in den Nachbarbereichen.

**Fig. 6a–6d** zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel, in dem die Hohlwelle **2** Innennuten **42** aufweist, aus denen durch das Einlöten des Formkörpers **4** Medienkanäle **27** mit Auslaßöffnungen **29** gebildet werden. In diesem Beispiel sind dies zwei getrennte, gegenläufige Medienkanäle **54, 55**, die axial überlappend Drucköl aus den Nachbar-Innenbereichen **24** bzw. **25** zu den Auslaßöffnungen **56** bzw. **57** leiten. Durch die axiale Variation der Querschnittsprofile der Medienkanäle **54, 55** im Überlappungsbereich **21** wird eine gezielte Druckausübung an den Auslaßöffnungen **56** bzw. **57** sichergestellt.

Wie **Fig. 7** zeigt, braucht der Außendurchmesser des Formkörpers **4** nicht über seine gesamte Länge konstant zu sein. Der hier dargestellte Hohlkörper **58** weist eine Stufung des Außendurchmessers auf, durch die – in Verbindung mit einer geeigneten geometrischen Gestaltung der Innennuten **42** – Medienkanäle **27** geschaffen werden, die im Öffnungsbereich zwischen dem Nachbar-Innenbereich **24** und Überlappungsbereich **21** einen annähernd gleichen Querschnitt wie im Überlappungsbereich **21** haben. Im Vergleich zum vorhergehenden Ausführungsbeispiel, in dem die Medienkanäle **54, 55** in Axialrichtung – wie aus **Fig. 6c** und **6d** ersichtlich – stark variierende Querschnitte haben, kann mit der in **Fig. 7** gezeigten Wahl eines axial variierenden Hohlkörpers **58** somit ein näherungsweise konstantes Geschwindigkeits- und Druckprofil des Mediums in den Medienkanälen **27** erreicht werden.

**Fig. 8a–8c** zeigen ein Ausführungsbeispiel, bei dem im Inneren der Hohlwelle **2** eine weitere, gegenüber der Hohlwelle **2** rotierende Welle **59** geführt wird. Um in einem Überlappungsbereich **21** die Führung von Medien im Innenraum **3** der Hohlwelle **2** zu ermöglichen, ist im Überlappungsbereich **21** ein Formkörper **4** in Form eines Rohrabschnitts **60** in den Innenraum **3** der Hohlwelle **2** eingelötet. Weiterhin weist die Hohlwelle **2** im Überlappungsbereich **21** zwei Innennuten **42** und eine gegenüber den Nachbarbereichen **24, 25** größere Wandstärke auf. Der Innenradius des Rohrabschnitts **60** ist so groß gewählt, daß die rotierende Welle **59** keine Berührung mit dem Rohrabschnitt **60** hat.

**Fig. 9a–9c** schließlich zeigt ein Ausführungsbeispiel, in dem zwei Formkörper **4** und **4'**, die beide als Rohrabschnitte **60, 60'** ausgebildet sind, in die Hohlwelle **2** eingelötet sind, wobei mehrere Medienkanäle **27** entstehen: Der Medienkanal **61** verbindet den Nachbar-Innenbereich **24** mit den Auslaßöffnungen **62**. Weitere Medienkanäle **63**, die axial mit dem Medienkanal **61** überlappen, sind über die Ein- und Auslaßöffnungen **64, 65** mit der Außenwand **26** der Hohlwelle **2** verbunden. Zur Herstellung dieses Verbundwerkstücks **1** wird als Rohling für die Hohlwelle **2** ein Rohr verwendet, dessen Innen- und Außendurchmesser mindestens dem Innen- und Außendurchmesser der fertigen Hohlwelle **2** im Überlappungsbereich **21** entspricht. Der Durchmesser dieses Rohlings wird in einem Nachbarbereich **66** zum Überlappungsbereich **21** durch Rundketten auf den endgültigen Durchmesser reduziert; weiter wird der Rohling im Überlappungsbereich **21** auf den Durchmesser gebracht, der dem Außendurchmesser des Formkörpers **4** entspricht, und im Überlappungsbereich **21** mit den Innennuten **42** versehen. Dann wird der Rohrabschnitt **60** im Überlappungsbereich **21** in den Wellenrohling eingeführt und positioniert. Anschließend wird der Innendurchmesser des Rohlings in einem zweiten Überlappungsbereich **21'** auf den gewünschten Durchmesser verringert und mit den Innennuten **42'** versehen. Dabei wird der Rohrabschnitt **60**, wie in **Fig. 9a** gezeigt, im Übergangsbereich zwischen den Überlappungsbereichen **21** und **21'** eventuell etwas verformt. Wichtig ist,

dass zwischen der Innenwand **13** der Hohlwelle **2** und beiden Enden des Rohrabschnitts **60** Verschlußbereiche **46, 46'** vorhanden ist, an denen der Rohrabschnitt **60** radial umlaufend dicht in die Hohlwelle **2** eingelötet werden kann; nur so kann nämlich die Dichtheit des Medienkanals **61** gegenüber den Medienkanälen **63** sichergestellt werden. Ist die Hohlwelle **2** mitsamt den Innennuten **42'** im Überlappungsbereich **21'** fertiggestellt, so wird der Rohrabschnitt **60'** in das Innere der Hohlwelle **2** montiert, und Hohlwelle **2** und die beiden Rohrabschnitte **60, 60'** werden in den Überlappungsbereichen **21, 21'** durch Löten fest und dicht verbunden.

Die Profile der in den Ausführungsbeispielen gezeigten, aus Hohlwelle **2** und Formkörper **4** zusammengesetzten Verbundwerkstücken **1** zeichnen sich durch eine symmetrische Gestaltung und Massenverteilung aus: Die Rotationsachse der Hohlwelle **2** stellt in allen Ausführungsbeispielen eine zwei- oder vierzählige Symmetriearchse des Verbundwerkstücks **1** dar. Das Verbundwerkstück **1** ist somit bezüglich der Rotationsachse (näherungsweise) symmetrisch; dadurch werden Schwingungen und Verschleiß des Verbundwerkstücks minimiert – was insbesondere für den Einsatz als schnell rotierende Getriebewelle einen wichtigen Gesichtspunkt darstellt. Diese Überlegungen gelten selbstverständlich auch für drei- und höherzählige Symmetriearchsen.

Weiterhin sind auch Mischformen der oben beschriebenen Beispiele möglich, in denen sowohl die Außenwand **20** des Formkörpers **4** als auch die Innenwand **13** der Hohlwelle **2** Nuten **42** aufweist. Schließlich stellt die in den Ausführungsbeispielen gezeigte Zylindersymmetrie des Innenraums **3** der Hohlwelle **2** bzw. des Formkörpers **4** im Überlappungsbereich **21** nur einen Spezialfall des erfindungsgeähnlichen Verbundwerkstücks **1** dar. Im Allgemeinfall sind z. B. auch elliptische Profile des Innenraums der Hohlwelle **2** und/oder des Formkörpers **4** im Überlappungsbereich **21** sowie einander formnegativ entsprechende konische Aufweitungen des Formkörpers **4** und des Innenraums **3** der Hohlwelle **2** im Überlappungsbereich **21** möglich.

#### Patentansprüche

##### 1. Hohlwelle mit Innenkanälen, insbesondere Ölkanälen,

- wobei im Innenraum der Hohlwelle ein Formkörper befestigt ist,
- und wobei die Außenwand des Formkörpers und die Innenwand der Hohlwelle einen Überlappungsbereich aufweisen, in welchem Überlappungsbereich röhrenförmige Hohlräume zwischen der Innenwand der Hohlwelle und der Außenwand des Formkörpers gebildet sind, wobei die Hohlräume in Axialrichtung der Welle den gesamten Überlappungsbereich überspannen,

##### dadurch gekennzeichnet,

- daß die Außenwand (**20**) des Formkörpers (**4**) im Überlappungsbereich (**21**) Verbindungsabschnitte (**18**) aufweist, welche den gesamten Überlappungsbereich (**21**) in Axialrichtung der Hohlwelle (**2**) überspannen,
- und daß die Außenwand (**20**) des Formkörpers (**4**) im Bereich dieser Verbindungsabschnitte (**18**) fest und dicht mit der Innenwand (**13**) der Hohlwelle (**2**) verbunden ist.

##### 2. Hohlwelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsabschnitte (**19**) auf der Außenwand (**20**) des Formkörpers (**4**) näherungsweise formnegativ zu den ihnen gegenüberliegenden Bereichen (**16**) der Innenwand (**13**) der Hohlwelle (**2**) ausgebildet sind.

3. Hohlwelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenwand (20) des Formkörpers (4) im Bereich der Verbindungsabschnitte (18) durch eine Lötverbindung mit der Innenwand (13) der Hohlwelle (2) verbunden ist.

4. Hohlwelle nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenwand (20) des Formkörpers (4) in den Verbindungsabschnitten (18) mit einer Beschichtung aus Kupfer versehen ist, wobei das Kupfer als Lot verwendet wird.

5. Hohlwelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Formkörper (4) einen geschlossenen Hohlkörper (45) bildet.

6. Hohlwelle nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Formkörper (4) als hohler, endseitig durch Stöpsel (8) verschlossener Vierkant-Rohrabschnitt (6) ausgestaltet ist.

7. Hohlwelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenwand (13) der Hohlwelle (2) im Überlappungsbereich (21) Innennuten (42) aufweist, welche in Axialrichtung der Hohlwelle (2) den gesamten Überlappungsbereich (21) überspannen.

8. Hohlwelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die röhrenförmigen Hohlräume (19) zwischen Innenwand (13) der Hohlwelle (2) und Außenwand (20) des Formkörpers (4) durch Ein- und/oder Auslaßöffnungen (28, 29) mit der Außenwand (26) der Hohlwelle (2) verbunden sind.

9. Verfahren zur Herstellung Hohlwelle mit Innenkanälen, insbesondere Ölkanälen, bei welchem Verfahren ein Formkörper abschnittsweise fest mit der Innenwand der Hohlwelle verbunden wird,

- wobei der Formkörper so gestaltet ist, daß der Innenraum der Hohlwelle den gesamten Formkörper aufzunehmen in der Lage ist,
- und wobei die Außenwand des Formkörpers in einem Überlappungsbereich Verbindungsabschnitte aufweist, welche in Zusammenbaulage von Formkörper und Hohlwelle höchstens einen definierten Maximalabstand von den ihnen gegenüberliegenden Bereichen der Innenwand der Hohlwelle entfernt sind,

dadurch gekennzeichnet,

- daß die Außenwand (20) des Formkörpers (4) und/oder die Innenwand (13) der Hohlwelle (2) mit einem Lötmaterial beschichtet wird,

- daß der Formkörper (4) in den Innenraum (3) der Hohlwelle (2) eingebracht und in Einbaulage fixiert wird,

- und daß Formkörper (4) und Hohlwelle (2) dann gemeinsam auf Löttemperatur des Lötmaterials erhitzt werden, so daß der Formkörper (4) im Bereich der Verbindungsabschnitte (18) fest mit den diesen Verbindungsabschnitten (18) gegenüberliegenden Bereichen (16) der Innenwand (13) der Hohlwelle (2) verlötet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenwand (20) des Formkörpers (4) mit Kupfer beschichtet wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenwand (13) der Hohlwelle (2) vor Einbringen des Formkörpers (4) mit Innennuten (42) versehen wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Innennuten (42) durch Rundknieten

5

der Hohlwelle (2) erzeugt werden.

---

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

---

10

15

20

25

35

40

50

55

60

65

**- Leerseite -**

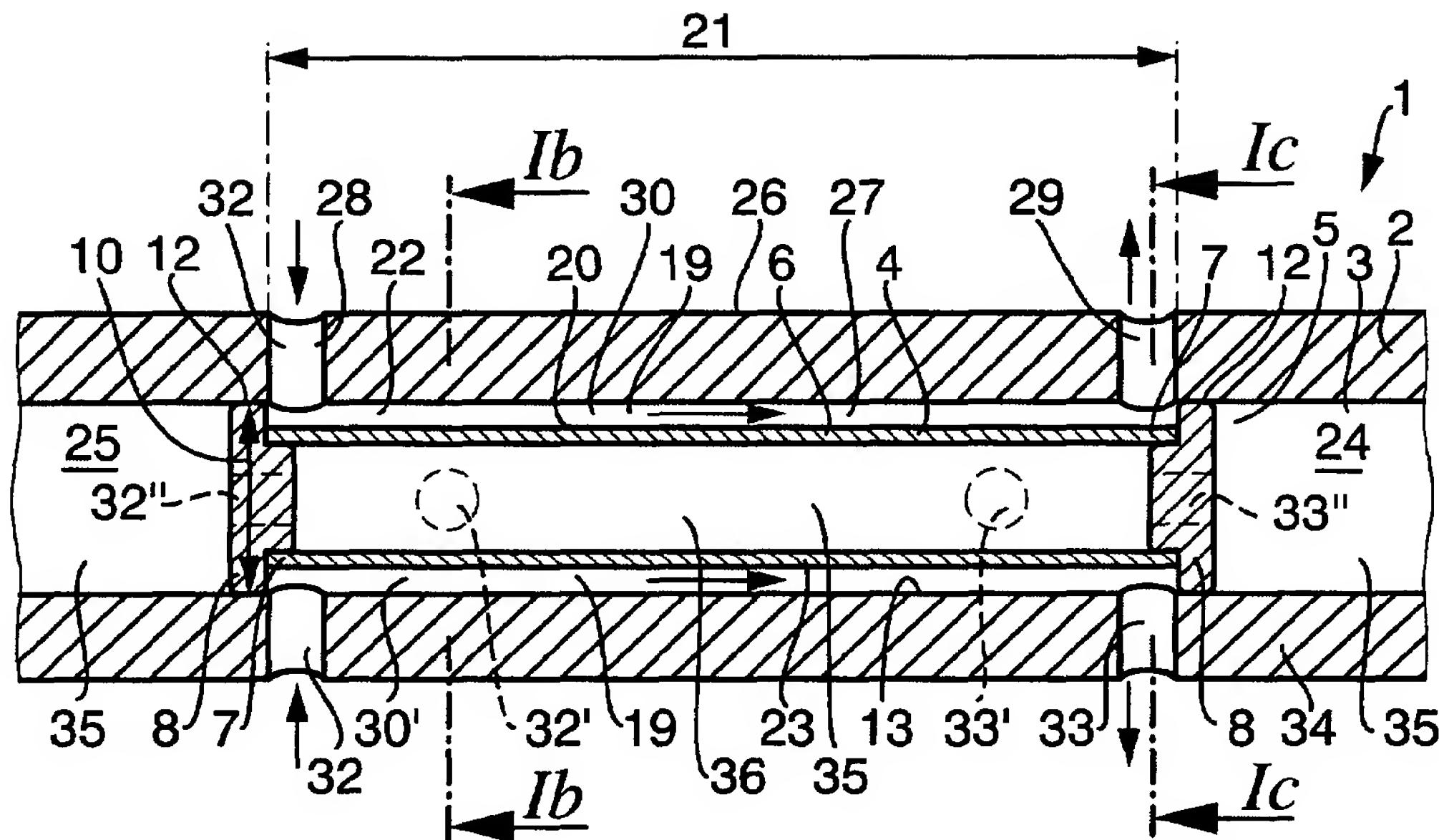


Fig. 1a

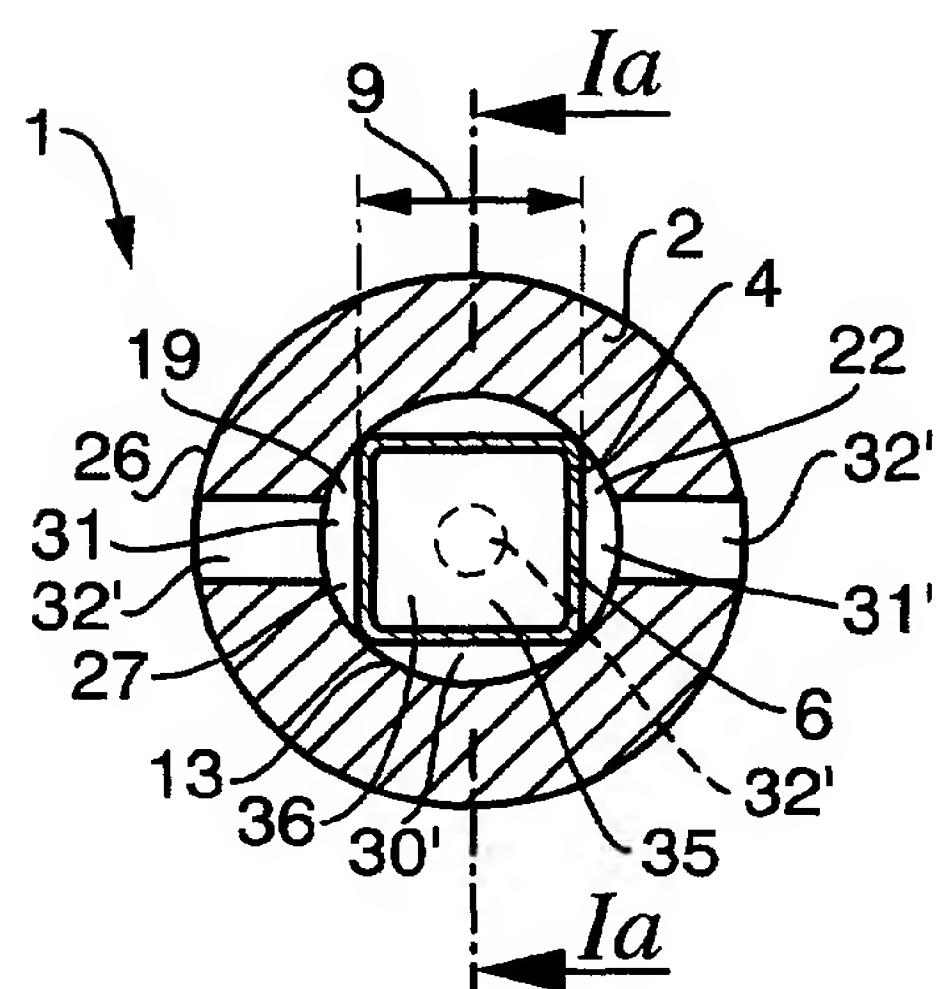


Fig. 1b

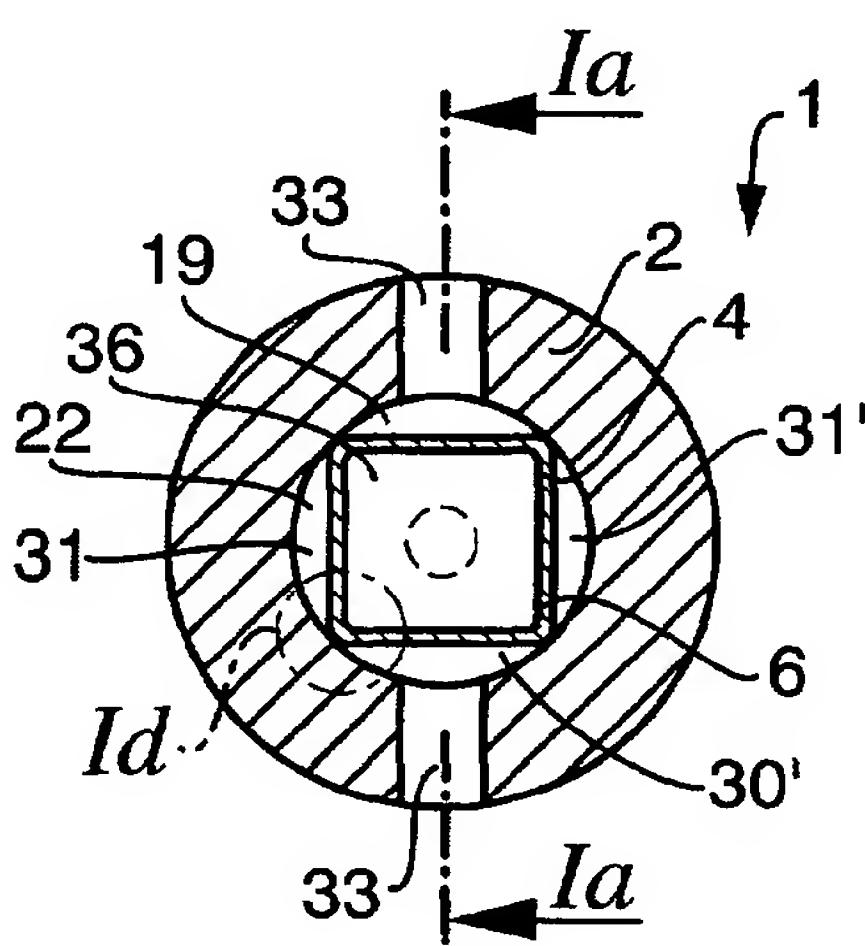


Fig. 1c

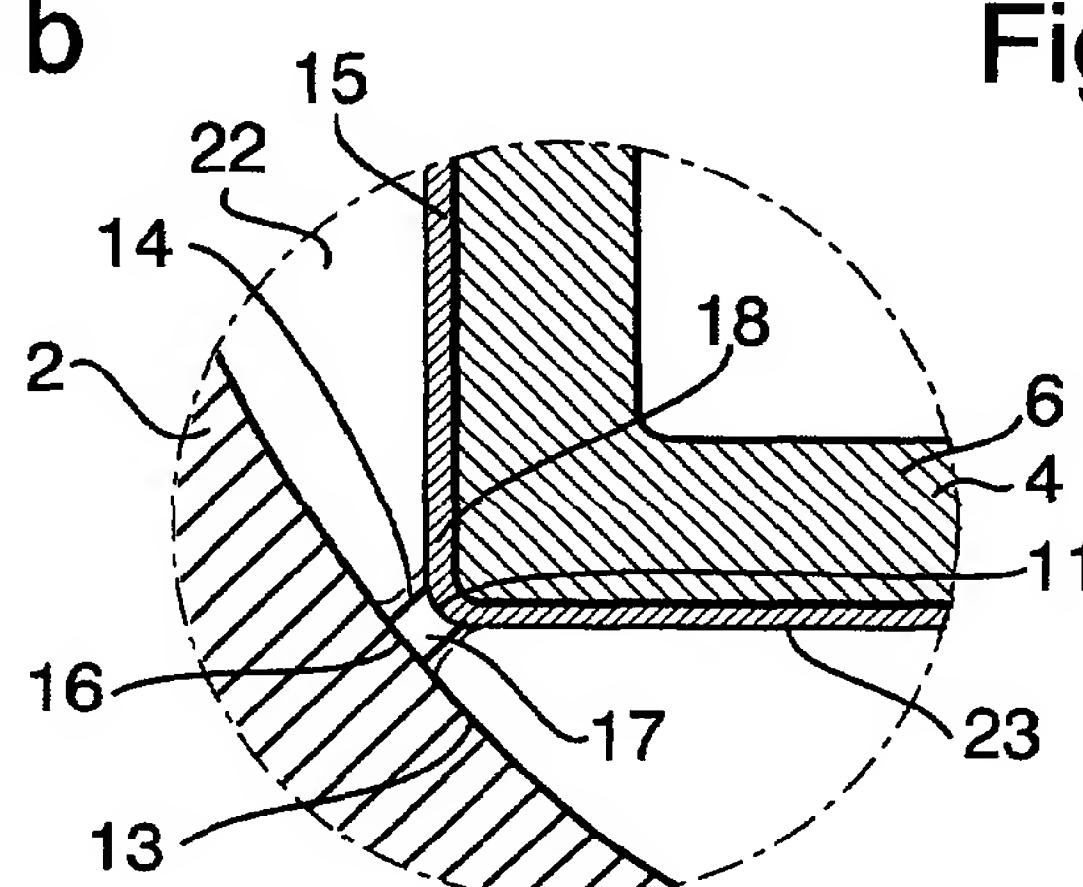
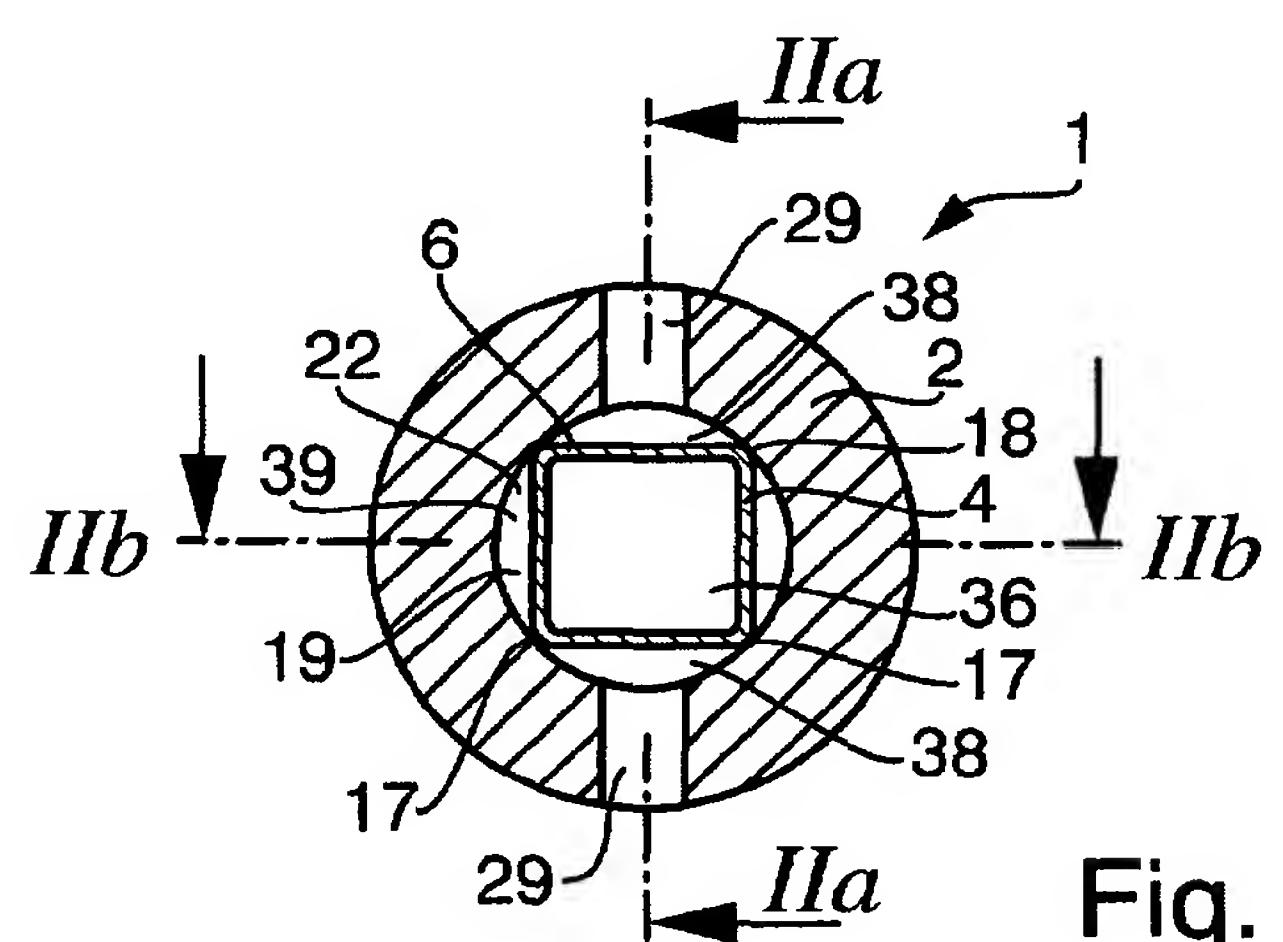
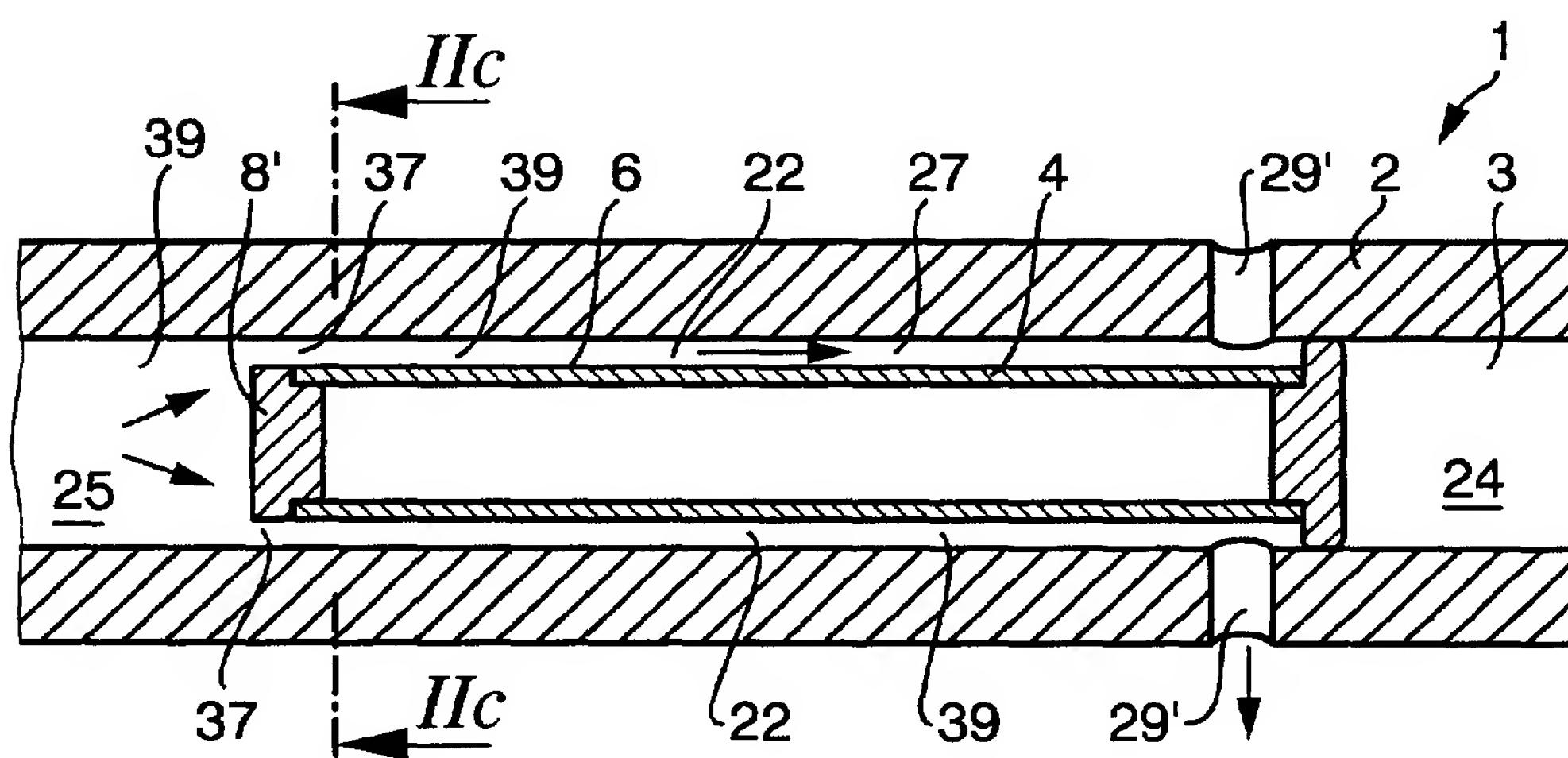
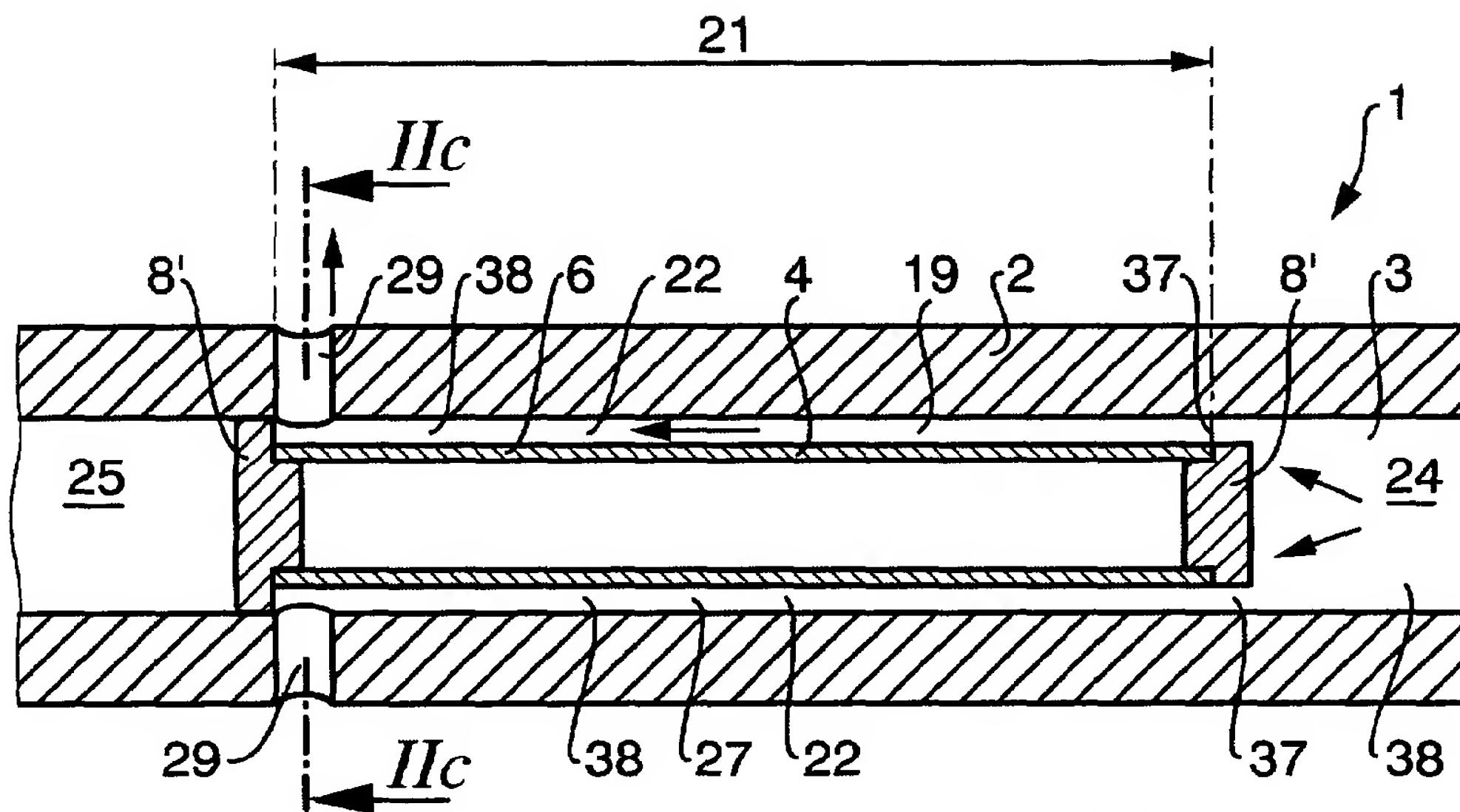


Fig. 1d



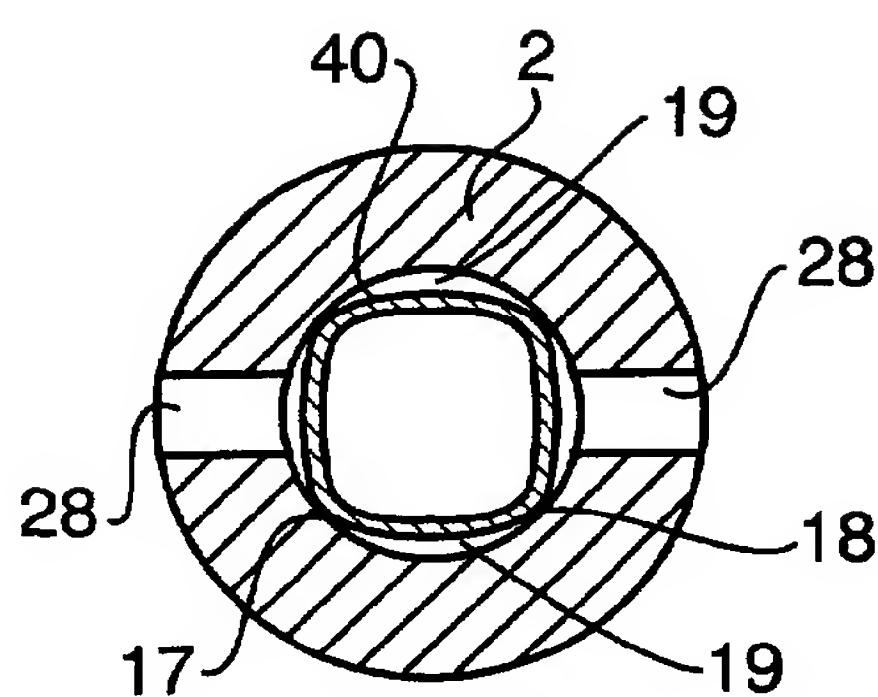


Fig. 3a

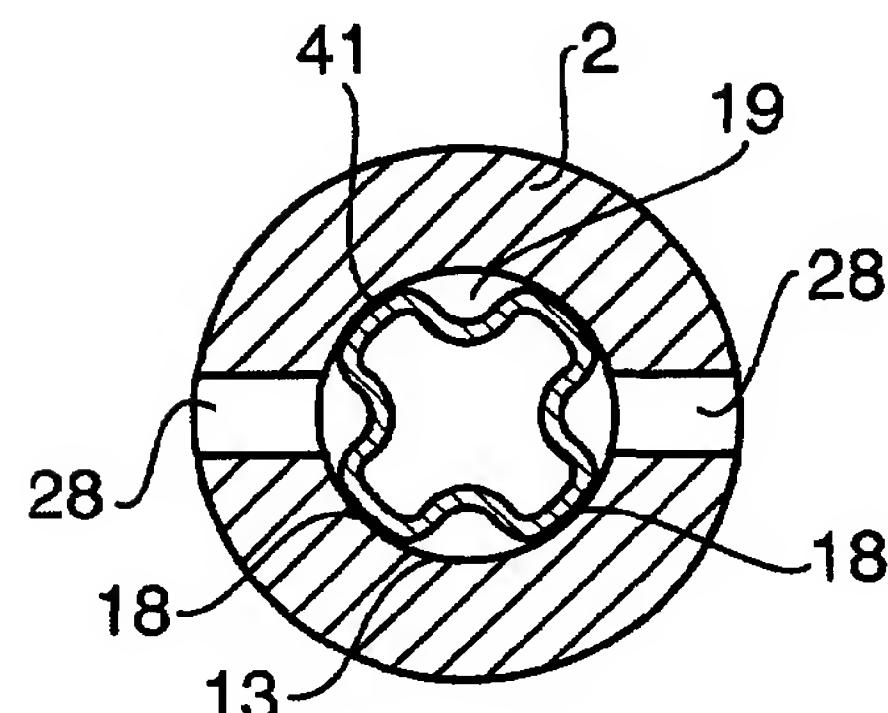


Fig. 3b

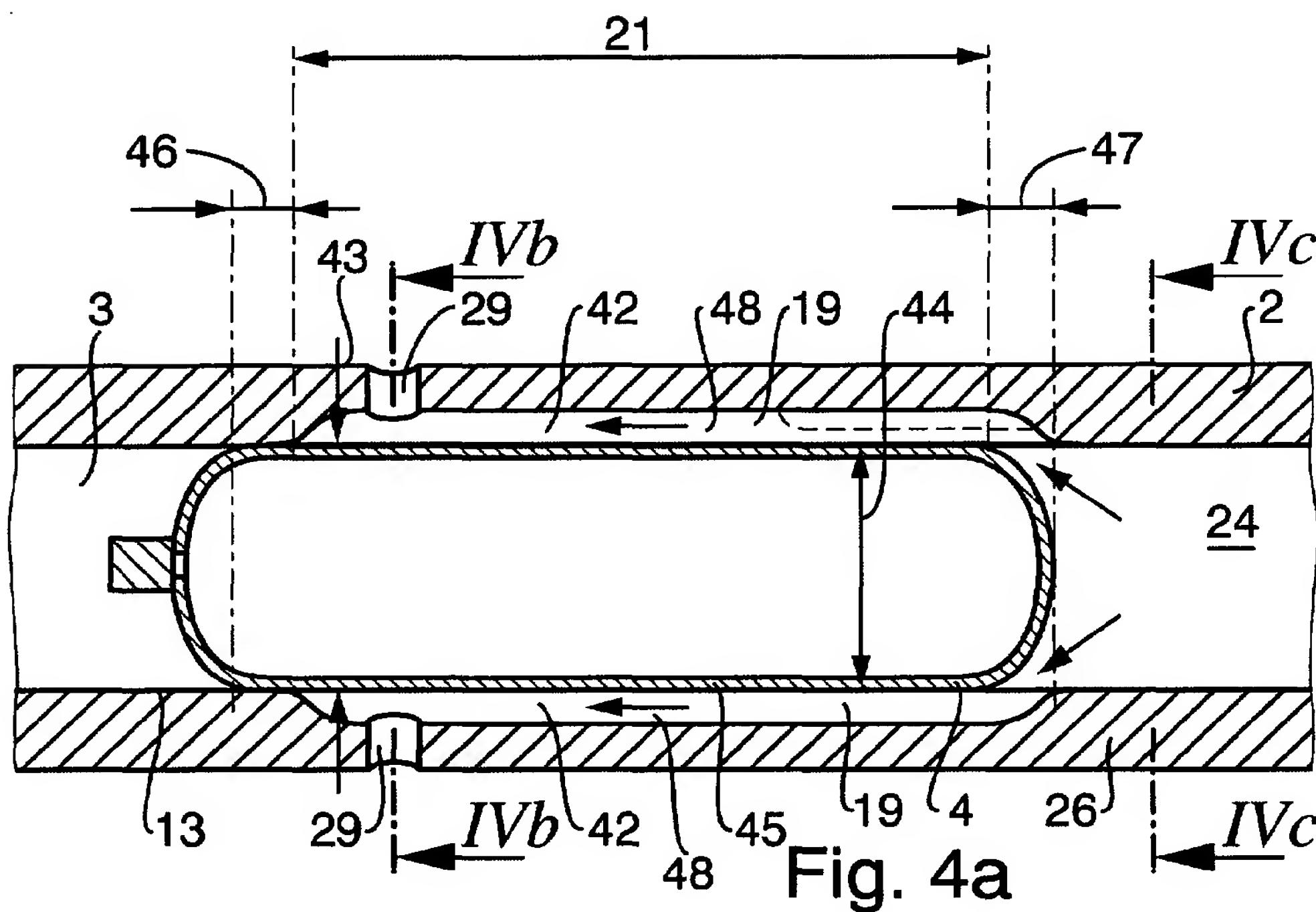


Fig. 4a

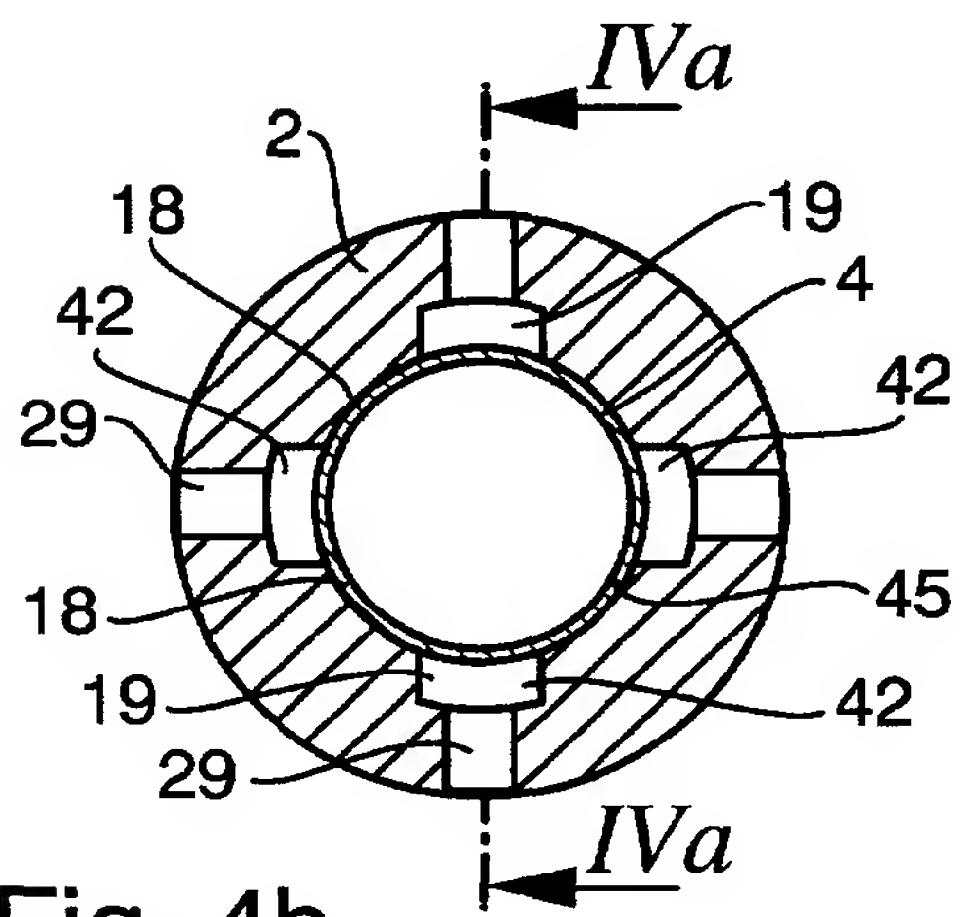


Fig. 4b

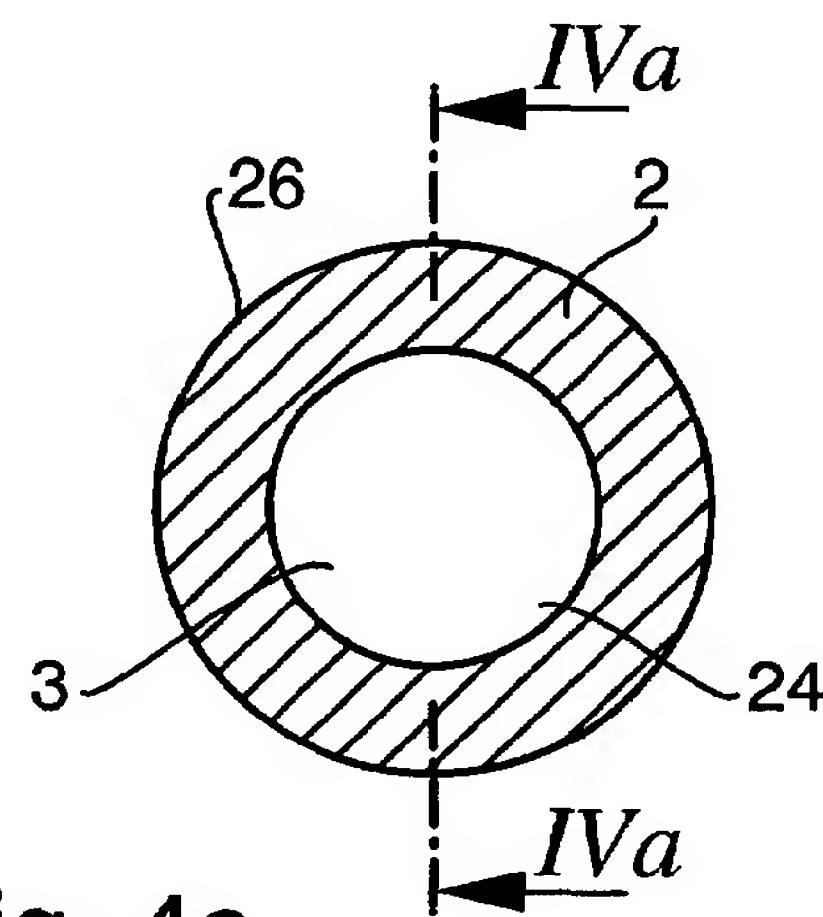
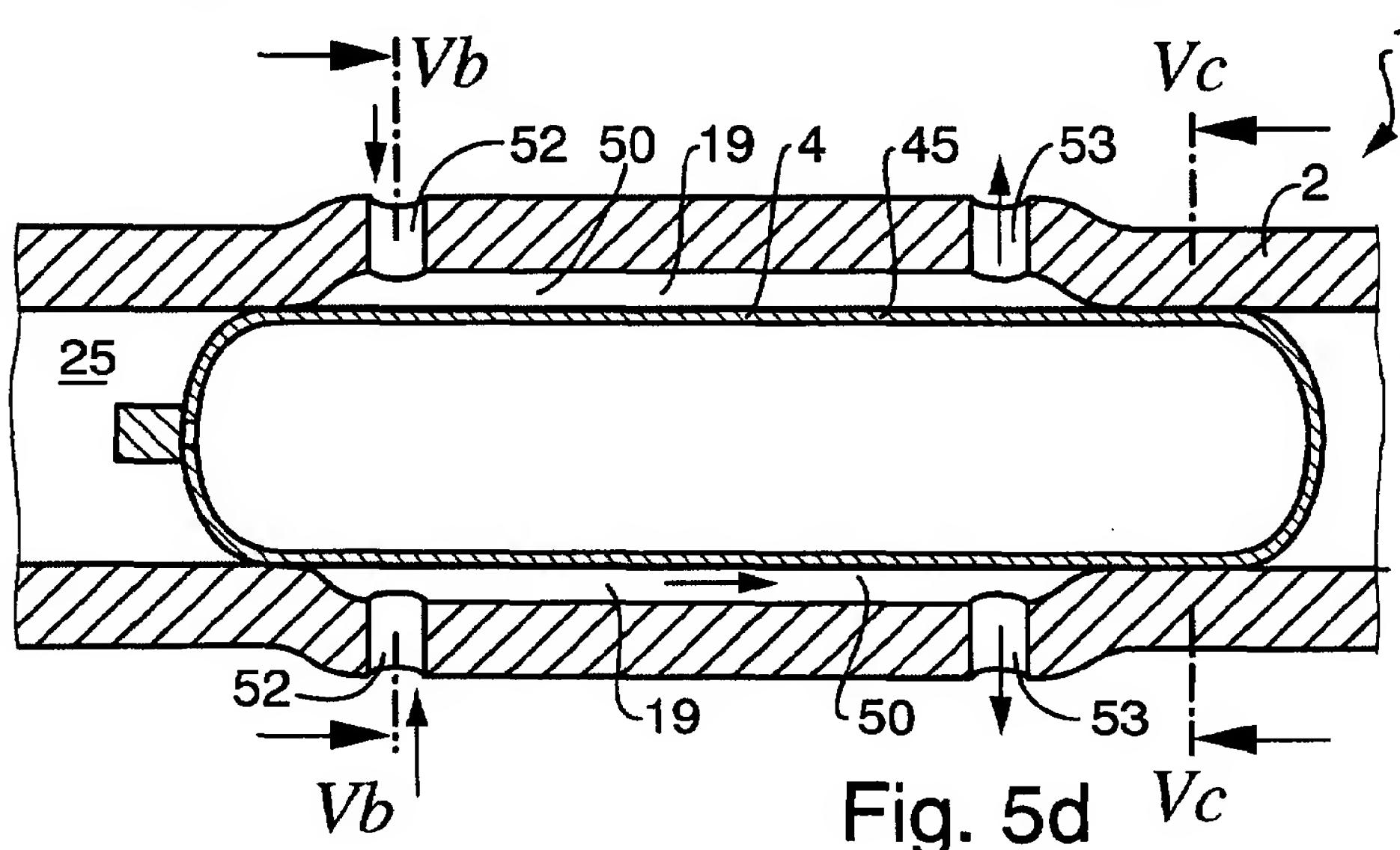
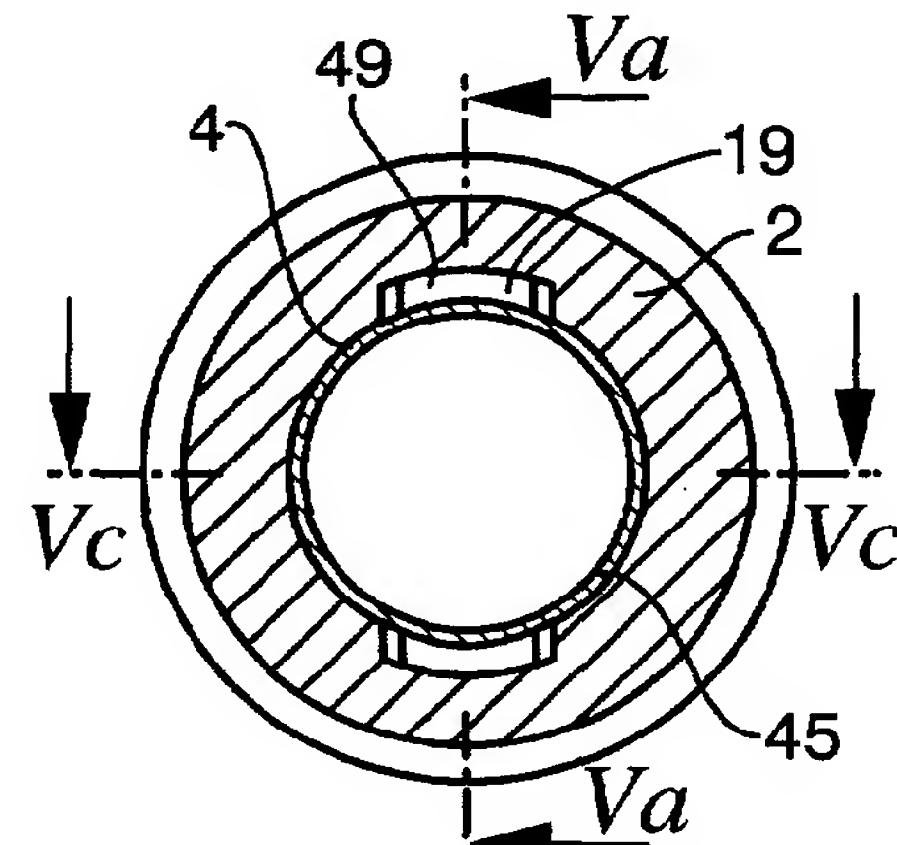
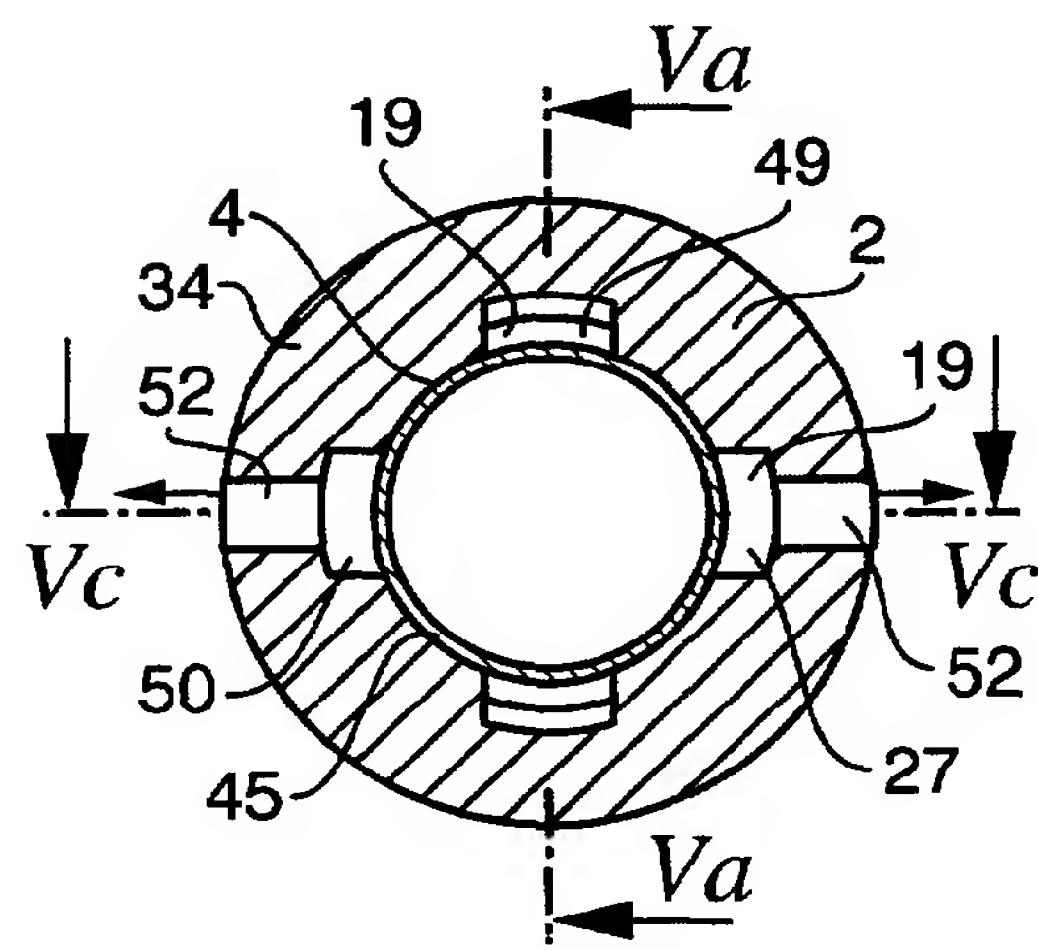
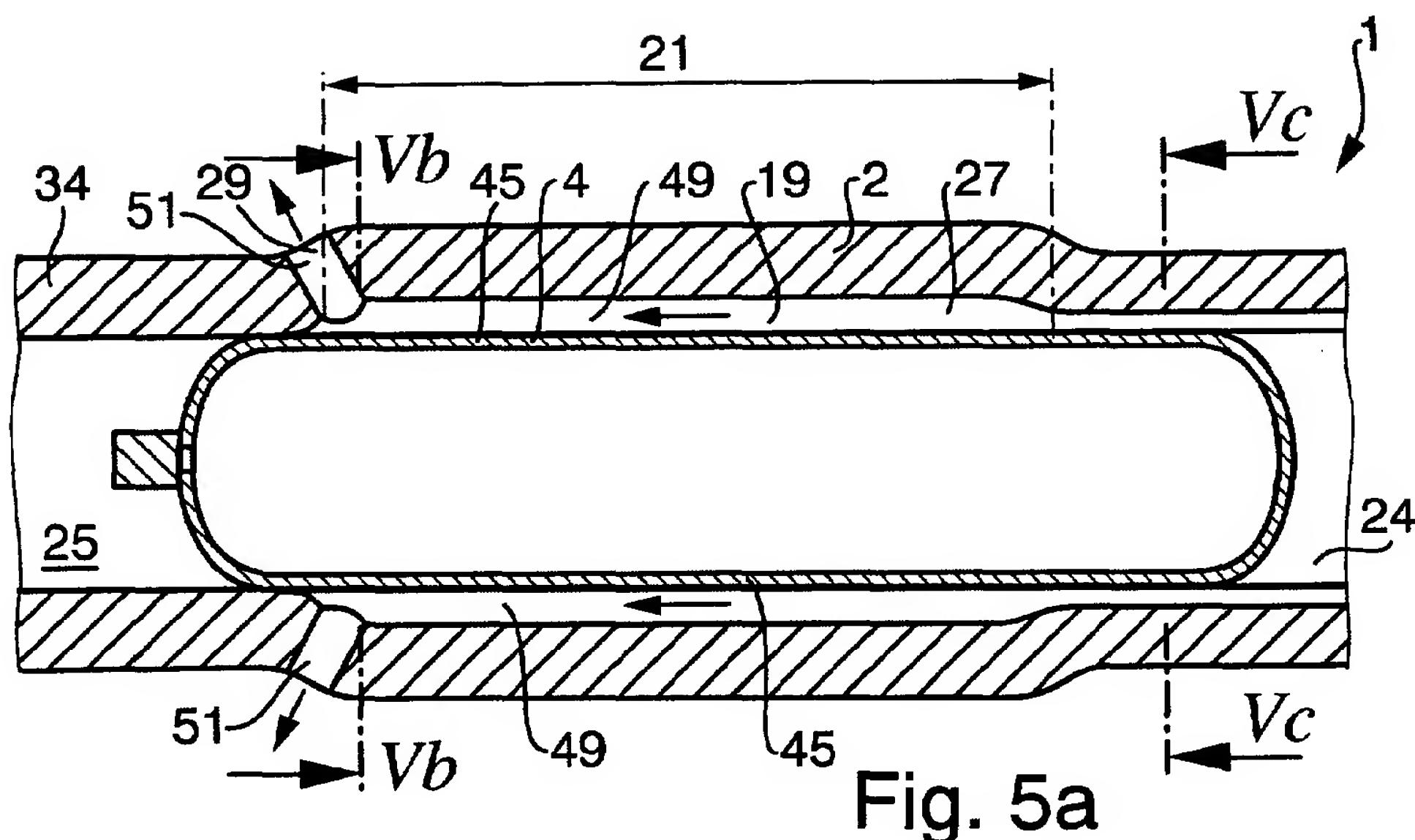
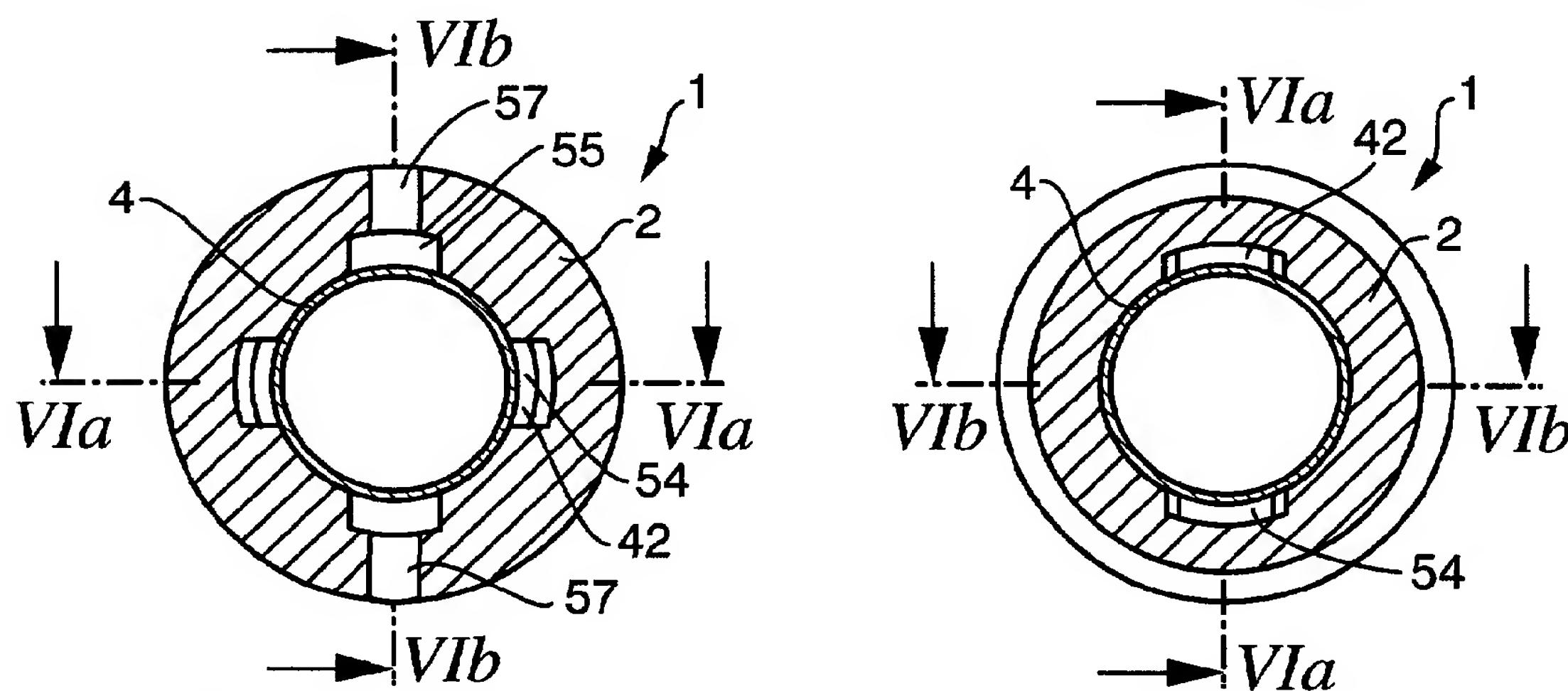
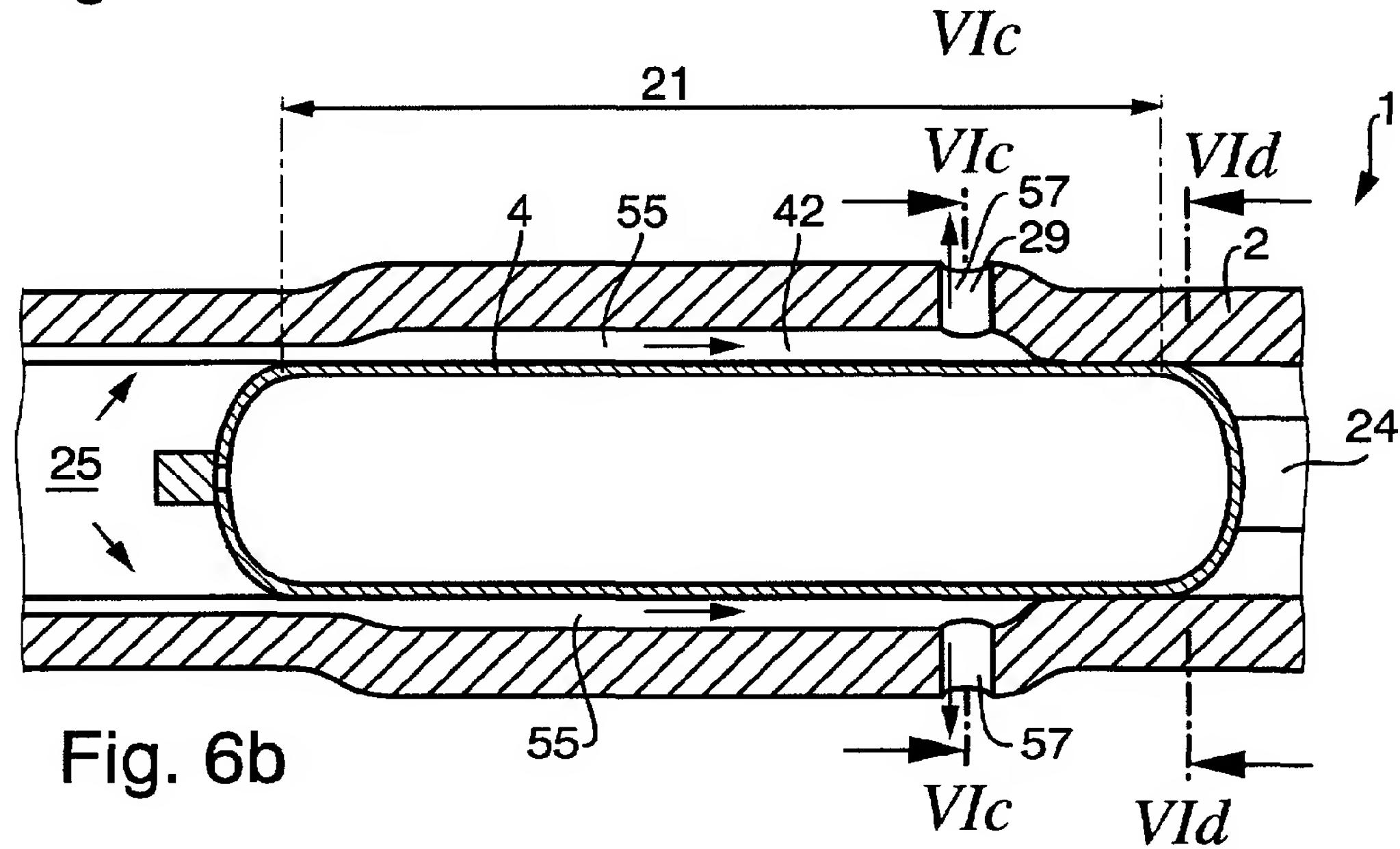
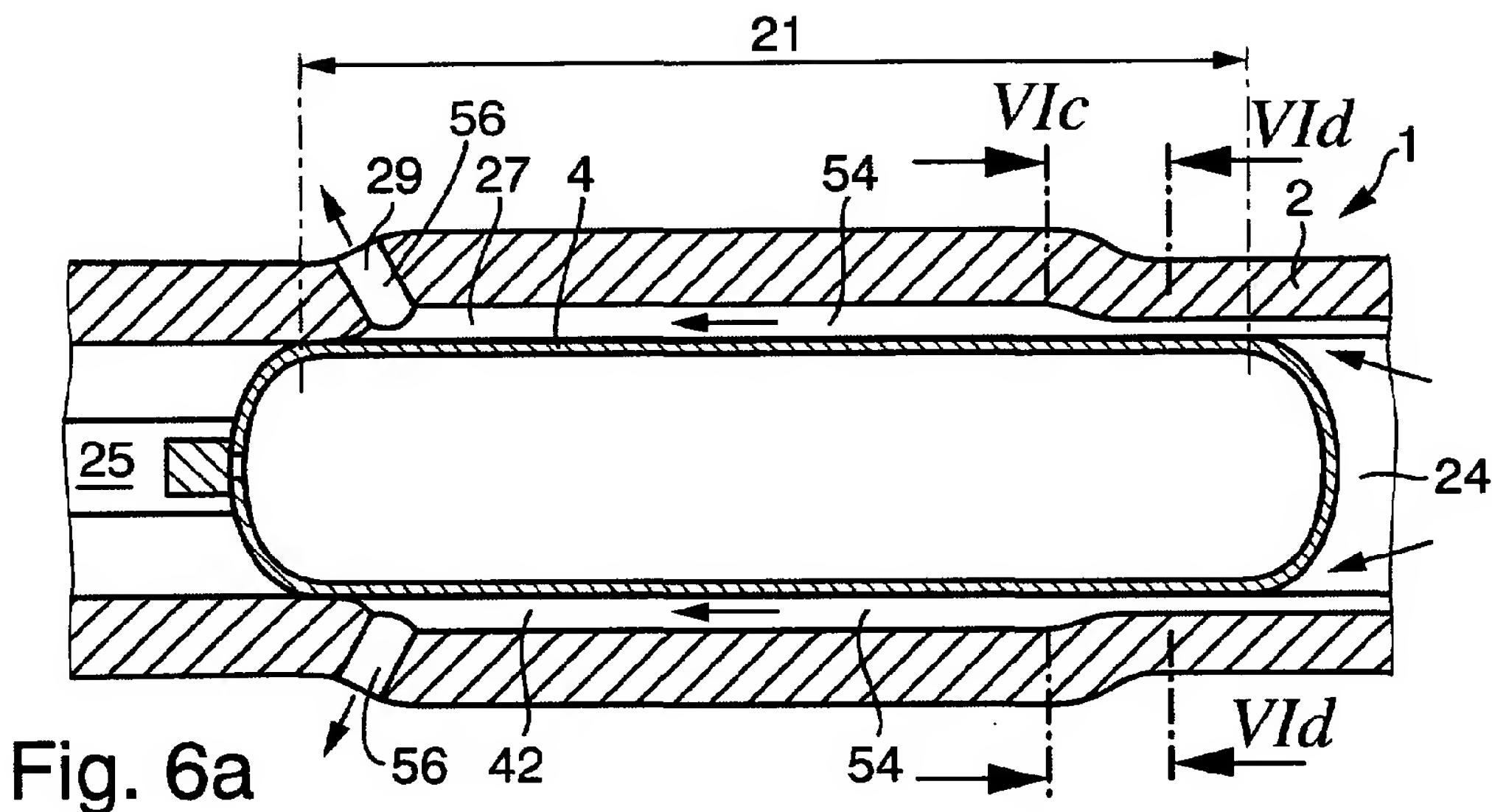


Fig. 4c





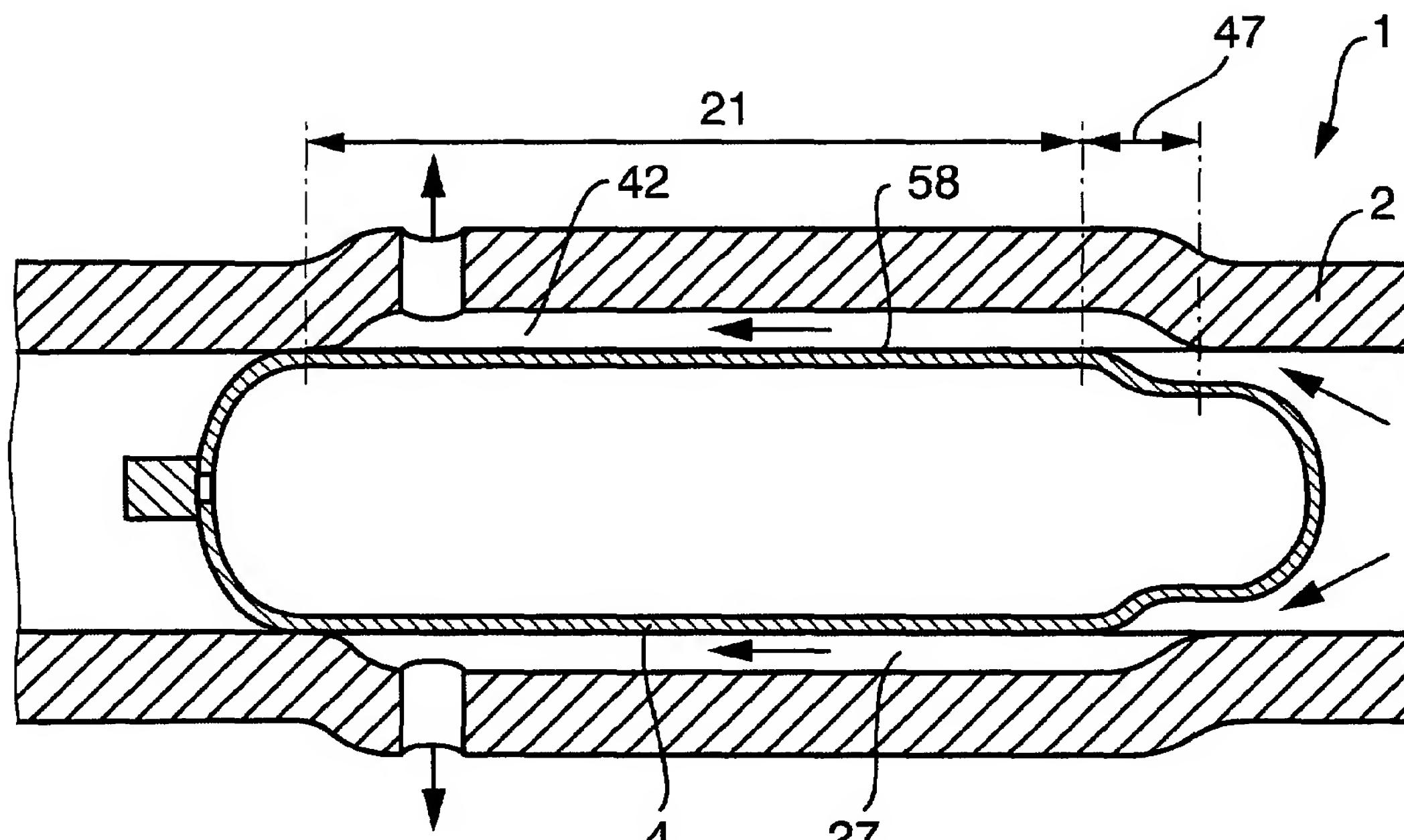


Fig. 7

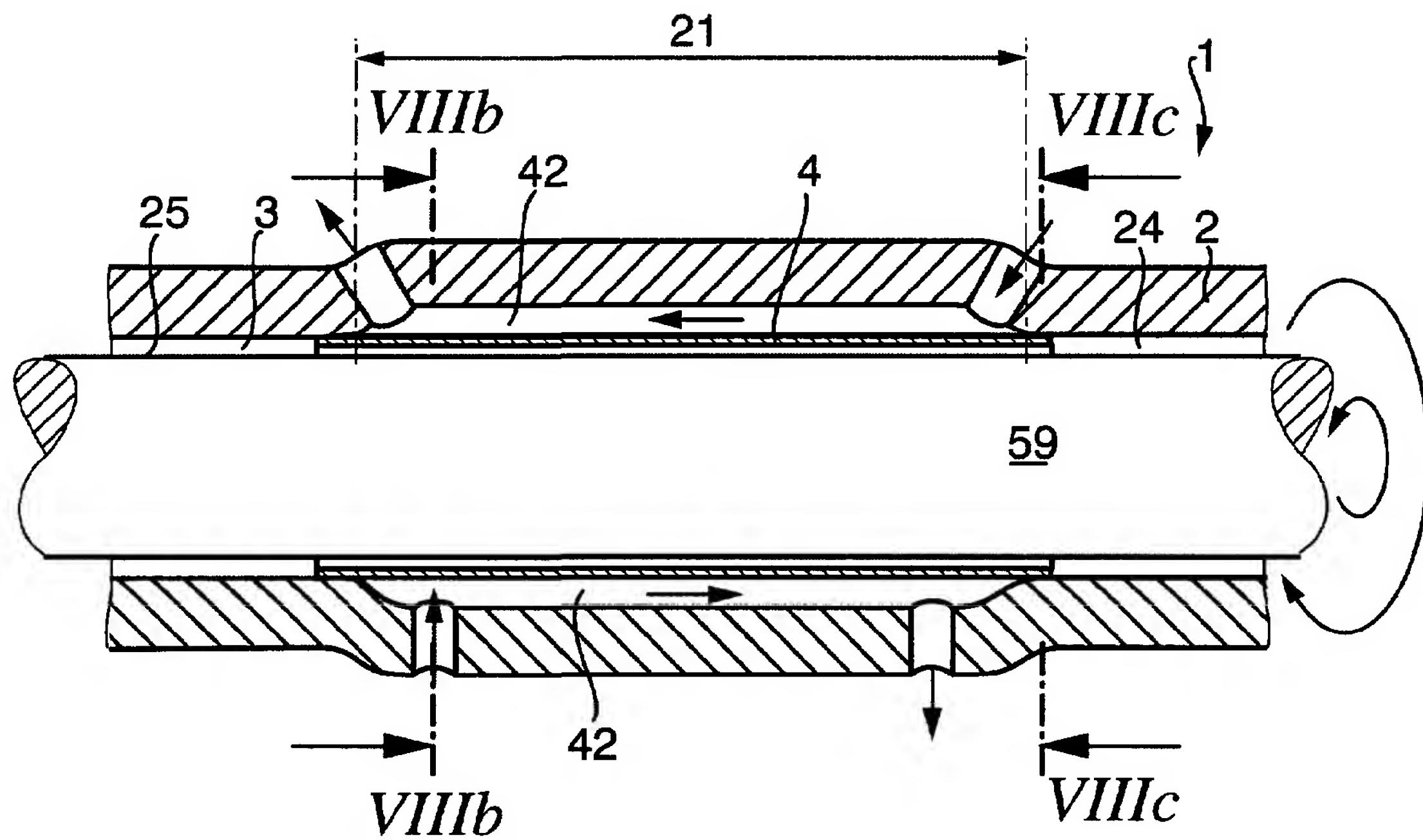


Fig. 8a

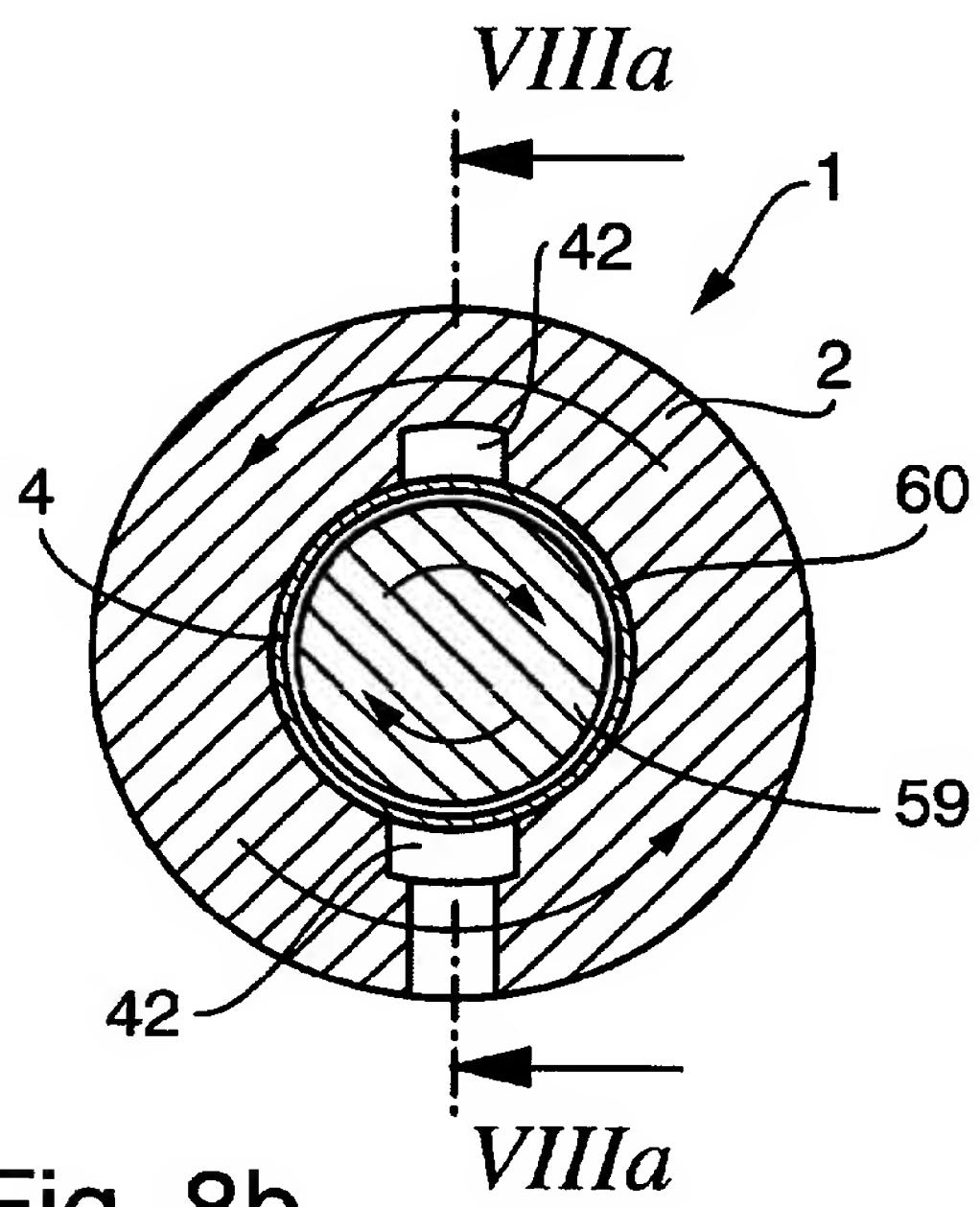


Fig. 8b

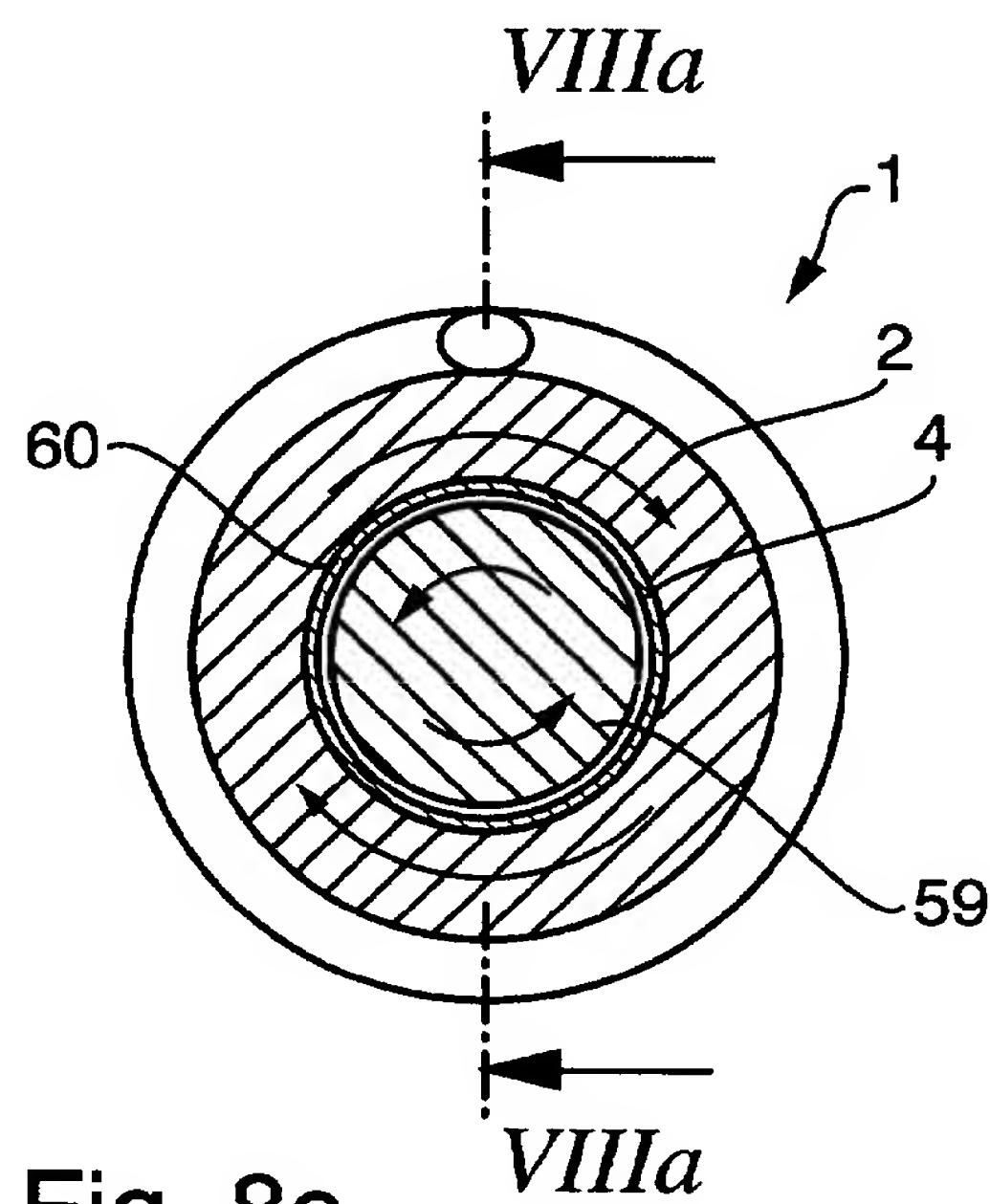


Fig. 8c

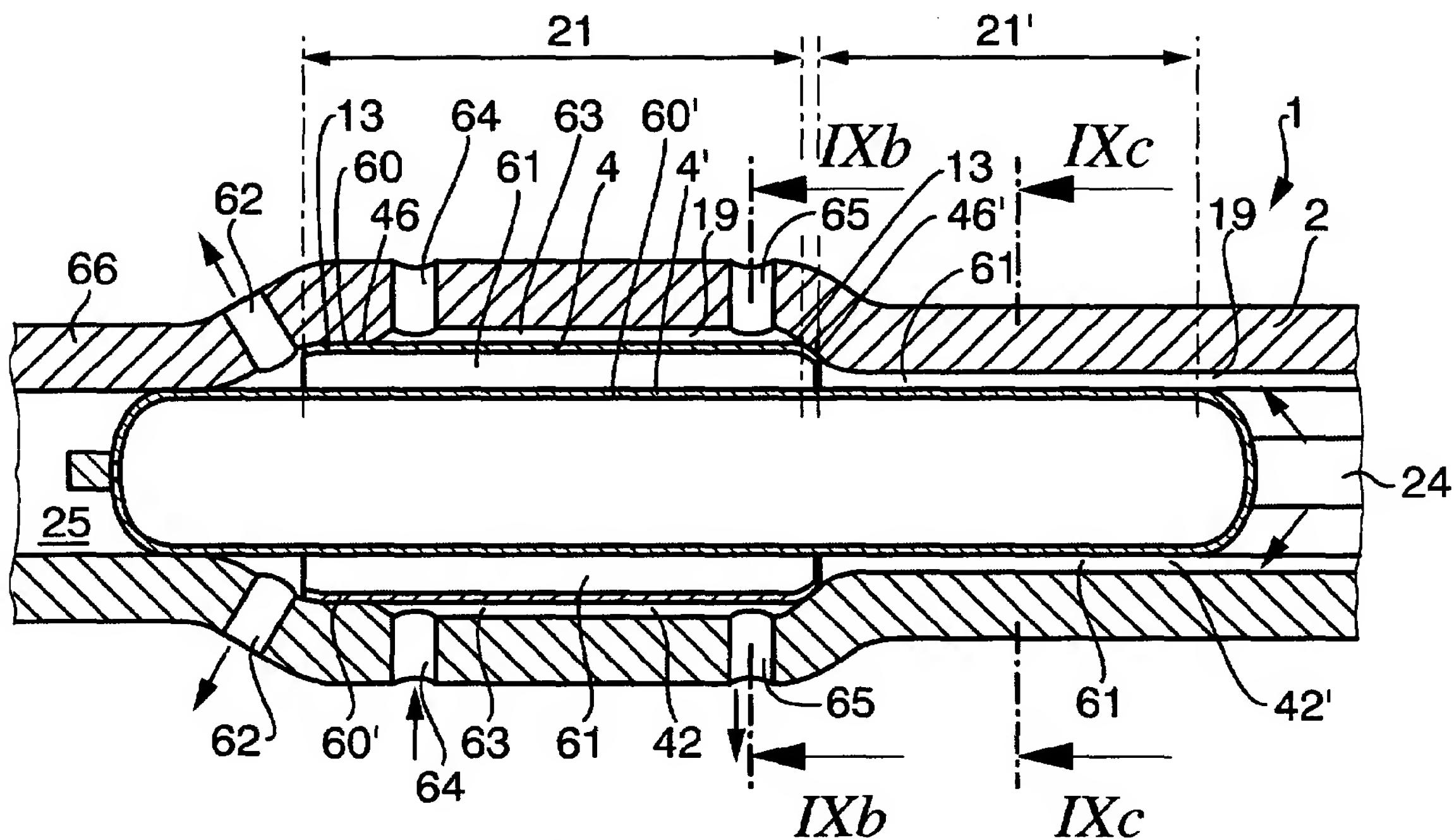


Fig. 9a

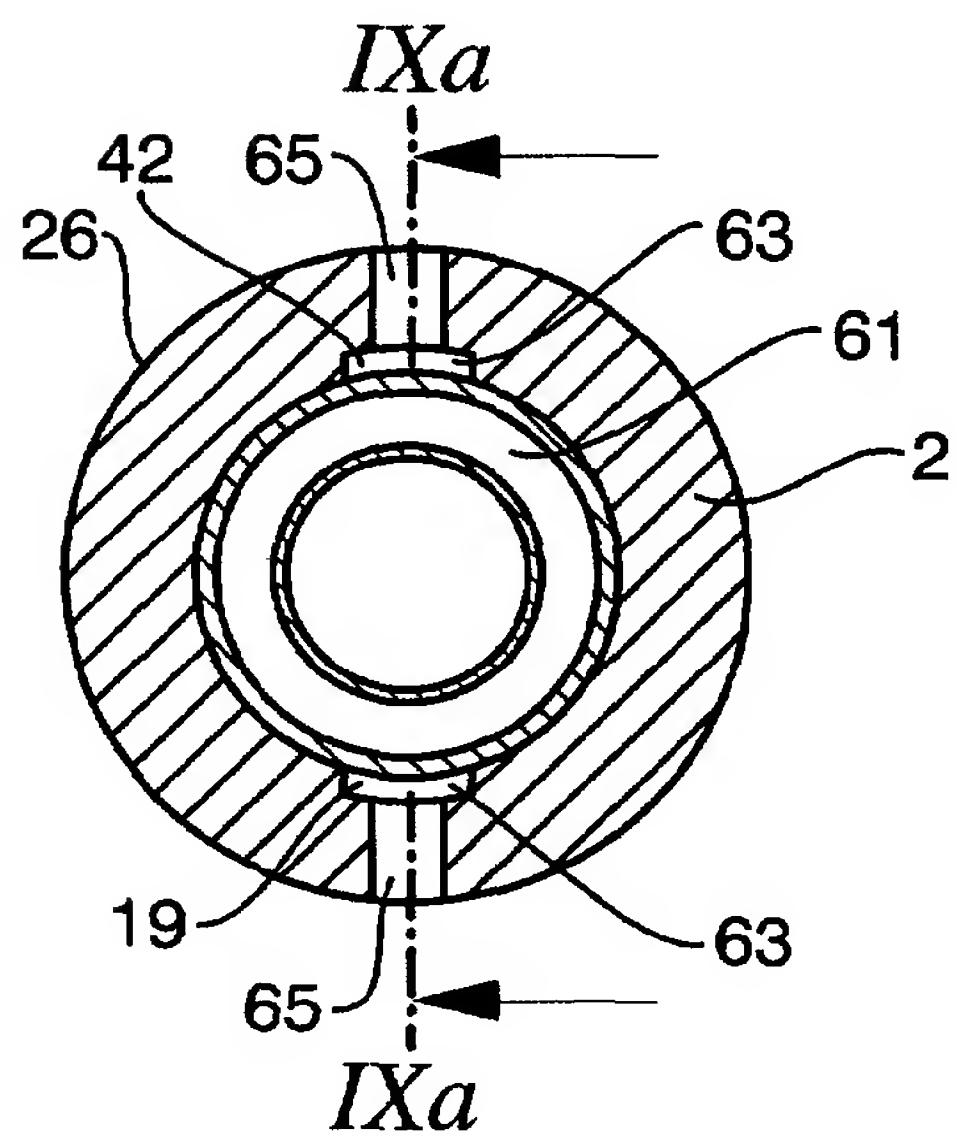


Fig. 9b

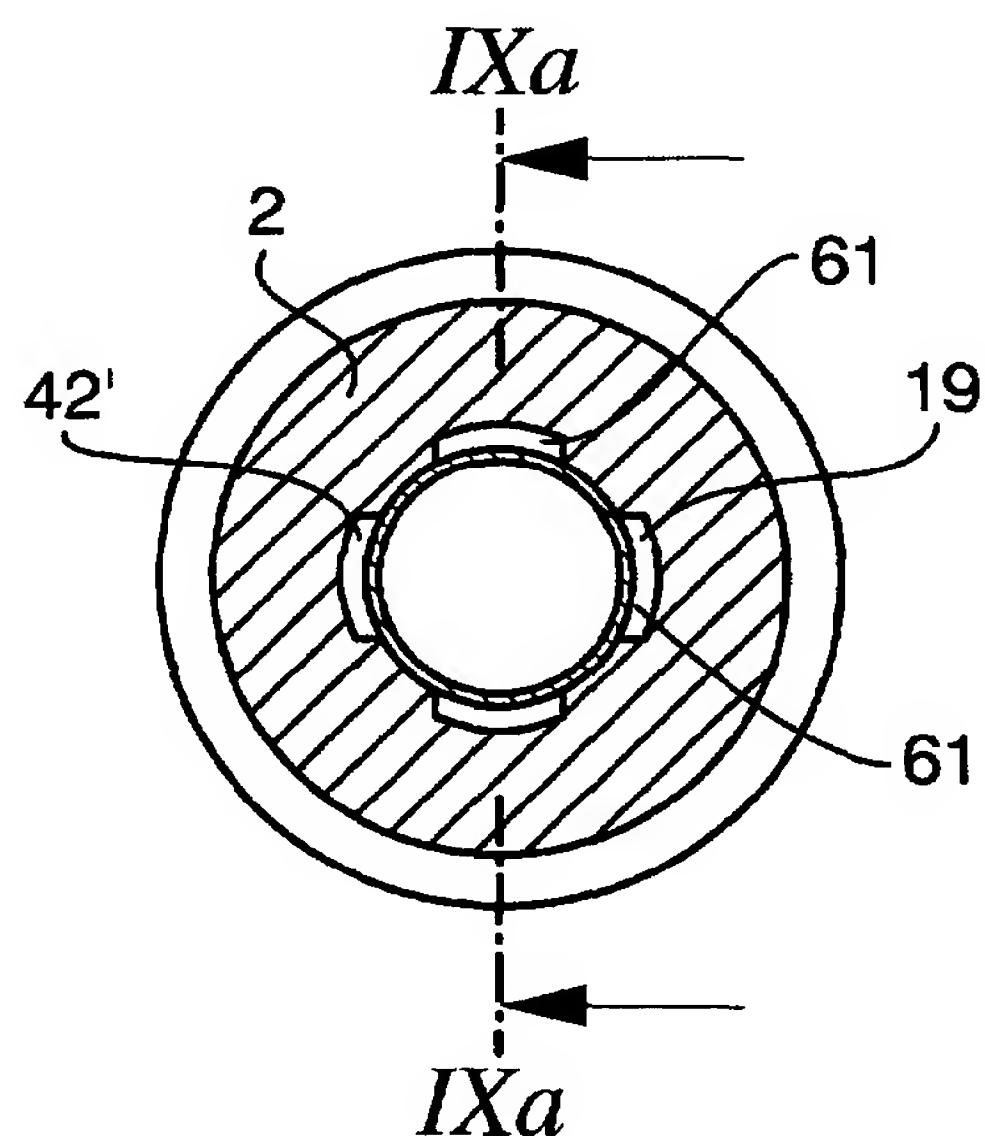


Fig. 9c